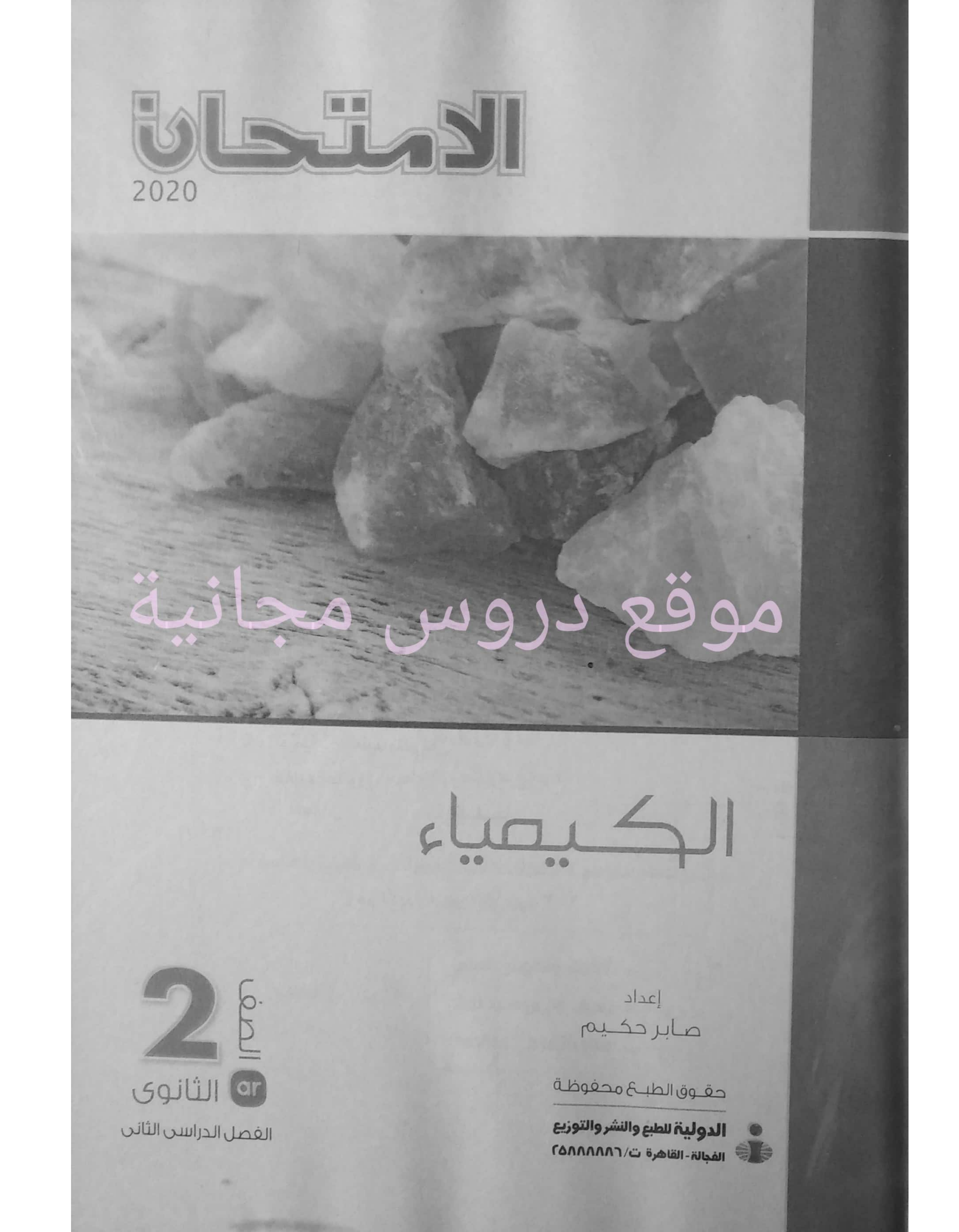
الامتحان
2020



الكيمياء

إعداد
صابر حكيم

الصف 2 الثانوى
الفصل الدراسى الثانى

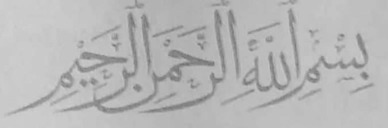
الدولية للطبع والنشر والتوزيع
الفجالة - القاهرة ت/ ٢٥٨٨٨٨٨٦

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة
لدار الكتب والوثائق القومية إدارة الشئون الفنية

سلسلة الامتحان فى الكيمياء - إعداد / صابر حكيم
ط١ - القاهرة : الدولية للطبع والنشر والتوزيع ، ٢٠٢٠
سلسلة الامتحان
«للصف الثانى الثانوى - الفصل الدراسى الثانى»
المحتويات : كتاب الشرح والأسئلة بنظام Open Book والإجابات.
تدمك : ٤ - ٦٨٣ - ٤٧٥ - ٩٧٧ - ٩٧٨
١- الكيمياء - تعليم وتدريس.
٢- التعليم الثانوى.
أ. العنوان ب. السلسلة
٥٤٠,٧

رقم الإيداع : ١٧٧٠٠ / ٢٠٢٠



مقدمــة

انطلاقًا من اهتمامنا المتزايد بتقديم كل ما هو جديد كان شغلنا الشاغل إعداد كتاب فى مادة الكيمياء للصف الثانى الثانوى يتماشى مع المنهج المطور، ويكون مناسبًا للمذاكرة يومًا بيوم، ولتحقيق السيطرة العلمية على المادة قدمنا :

كتاب الشرح

والأسئلة بنظام Open Book

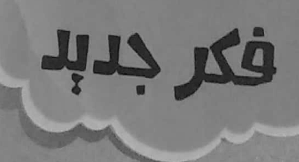
- ملون يعرض المادة العلمية مدعمة بالصور والأشكال والجداول.
- مقسم أبوابه إلى دروس.
- أسئلة تمهيدية على كل درس تقيس مستوى التذكر فقط.
- أسئلة على كل درس Open Book
- نموذج على كل باب.
- ١٠ نماذج على الفصل الدراسى.
- الإجابات.

وكل ما نتمناه أن يحقق هذا المؤلَّف الفائدة المرجوة لطرفى العملية التعليمية : الطالب و المعلم

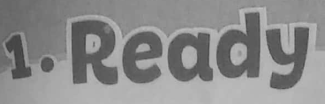
سياستنا ← تحديث، وتطوير مستمر.
هدفنا ← تفوق، وليس مجرد نجاح.
شعارنا ← معنا دائمًا فى المقدمة.

والله ولىُّ التوفيق

أسرة سلسلة الامتحان

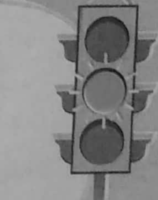
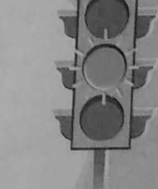


1. Ready

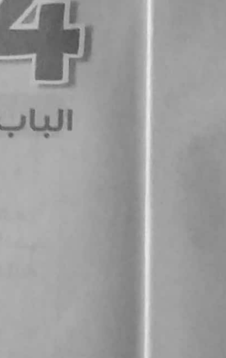


أسئلة تمهيـديــــة

(أسئلة تقيس مستوى التذكر فقط للإستعداد لحل أسئلة Open book)

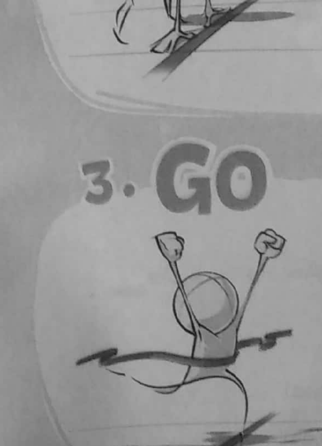



2. Steady

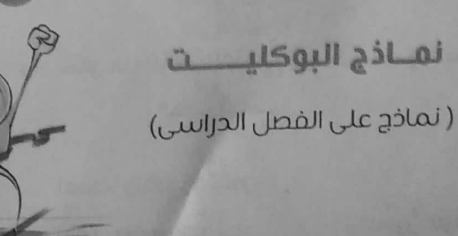


أسئلة Open book

(أسئلة تقيس مستوى الفهم و التطبيق و التحليل)

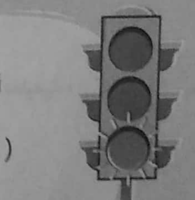
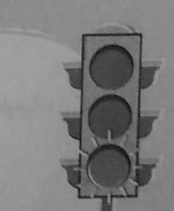


3. GO



نمـاذج البوكليـــت

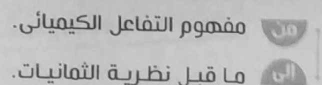
(نماذج على الفصل الدراسى)

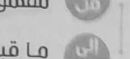
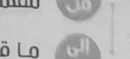



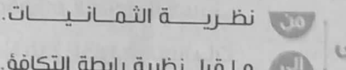
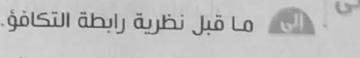
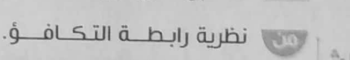
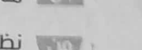
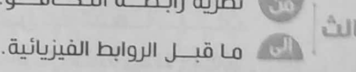
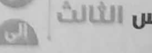
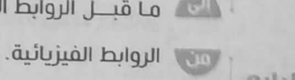
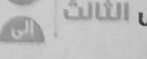
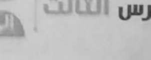
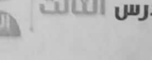
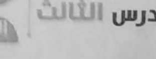
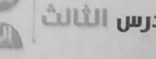
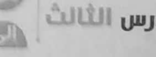
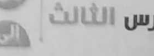
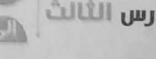
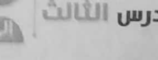
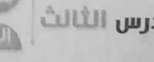
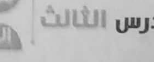
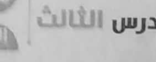
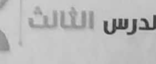
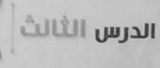
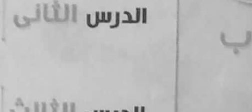
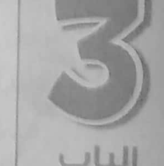
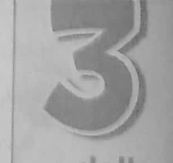
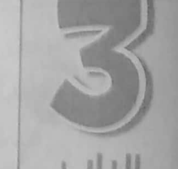
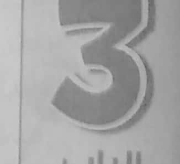
محتويات الكتاب

الباب 3

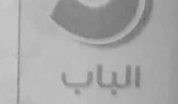
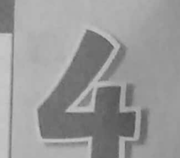
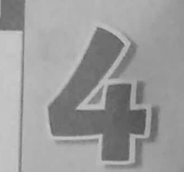
الروابط و أشكال الجزيئات



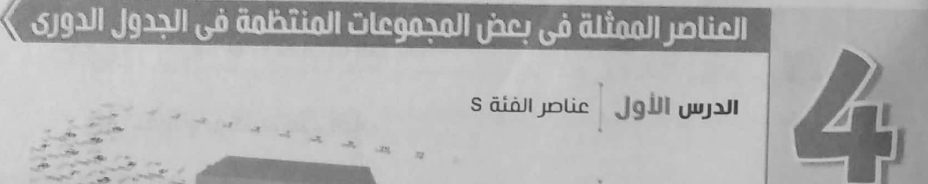



























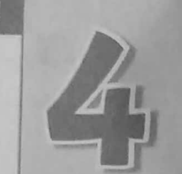
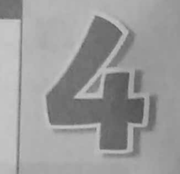


الباب 4

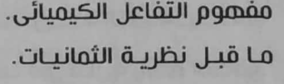
العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة فى الجدول الدورى



- ١٠ نماذج بوكليت على الفصل الدراسى بنظام open book
- الإجـابــات وتشمل :
  - إجابات أسئلة openbook على الدروس.
  - إجابات نماذج البوكليت على الفصل الدراسى.

الباب 3
الروابط وأشكال الجزيئات







الدرس الأول | من مفهوم التفاعل الكيميائى. إلى ما قبل نظرية الثمانيات.





الدرس الثانى | من نظريـة الثمـانيـات. إلى ما قبـل نظرية رابطة التكافؤ.



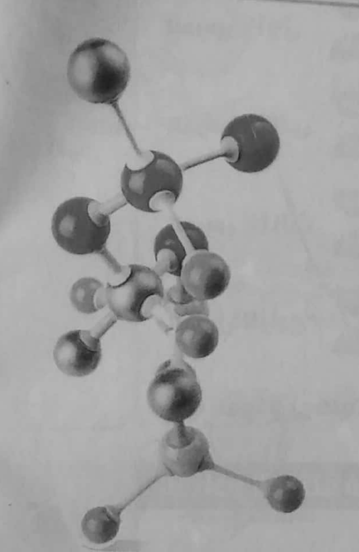


الدرس الثالث | من نظرية رابطة التكافـؤ. إلى ما قبل الروابط الفيزيائية.





الدرس الرابع | من الروابط الفيزيائية. إلى نهـايـة البـاب.



◆ نموذج بوكليت على الباب.

أهداف الباب

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يشرح سبب تكوين معظم الذرات لروابط كيميائية.
- يصف كل من الروابط الأيونية و الروابط التساهمية.
- يحدد نوع الرابطة بناءً على الفرق فى السالبية الكهربية.
- يشرح النظرية الإلكترونية للتكافؤ (نظرية الثمانيات).
- يحدد عيوب نظرية الثمانيات.
- يحدد أشكال الجزيئات فى ضوء نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ.
- يفسر سبب تكوين الرابطة التساهمية فى كل من جزىء الهيدروجين و جزىء فلوريد الهيدروجين على أساس نظرية رابطة التكافؤ.
- يتعرف مفهوم التهجين و كيفية حدوثه.
- يشرح عملية ارتباط الهيدروجين بذرة الكربون لتكوين جزىء ميثان.
- يفسر نظرية الأوربيتالات الجزيئية.
- يقارن بين الرابطة سيجما و الرابطة باى.
- يحدد نوع التهجين فى كل من الميثان و الإيثيلين و الأسيتيلين.
- يحدد الذرة المانحة و الذرة المستقبلة عند تكوين رابطة تناسقية.
- يعرف الرابطة الهيدروجينية.
- يفسر سبب ارتفاع درجة غليان الماء.
- يوضح برسم تخطيطى الرابطة الهيدروجينية فى الماء و فلوريد الهيدروجين.
- يستنتج خواص الفلز من صلابة ودرجة انصهار عالية من عدد إلكترونات التكافؤ الحرة فى ذرته.

أهم المفاهيم

- التفاعل الكيميائى.
- الرابطة الأيونية.
- الرابطة التساهمية النقية.
- الرابطة التساهمية غير القطبية.
- الرابطة التساهمية القطبية.
- زوج الإلكترونات الحر.
- زوج إلكترونات الارتباط.
- نظرية الثمانيات (النظرية الإلكترونية للتكافؤ).
- نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ (VSEPR).
- التهجين.
- نظرية رابطة التكافؤ.
- نظرية الأوربيتالات الجزيئية.
- الرابطة سيجما σ
- الرابطة باى π

مفهوم التفاعل الكيميائى

* **علمت مما سبق أن :**

– **الغازات النبيلة** هـى أكثر عناصر الجدول الدورى استقرارًا، **لاكتمال** جميع مستويات الطاقة فى ذراتها بالإلكترونات، كما يتضح من الجدول المقابل.

الغاز النبيل	التركيب الإلكترونى
الهيليوم $_{2}He$	$1s^2$
النيون $_{10}Ne$	$1s^2, 2s^2, 2p^6$
الأرجون $_{18}Ar$	$[Ne], 3s^2, 3p^6$
الكريبتون $_{36}Kr$	$[Ar], 4s^2, 3d^{10}, 4p^6$
الزينون $_{54}Xe$	$[Kr], 5s^2, 4d^{10}, 5p^6$
الرادون $_{86}Rn$	$[Xe], 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^6$

لذلك فإن :

- ذراتها لا ترتبط – فى الظروف العادية – مع بعضها أو مع غيرها من ذرات العناصر الأخرى.
- جزيئاتها أحادية الذرة.

– **باقى عناصر الجدول الدورى** نشطة كيميائيًا، تميل إلى فقد أو اكتساب أو المشاركة بالإلكترونات ليصبح تركيبها الإلكترونى مشابه للتركيب الإلكترونى لأقرب غاز نبيل لها فى الجدول الدورى.

* ونتيجة للتغير الحادث فى عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى، تنكسر الروابط بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة وتتكون روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة، وهو ما يعرف بالتفاعل الكيميائى.

تطبيق مفهوم التفاعل الكيميائى

* عند خلط برادة الحديد مع مسحوق الكبريت لا يتكون مركبًا كيميائيًا، **لعدم** حدوث تفاعل كيميائى بينهما.



خواص الخليط هى نفس خواص عناصره

* أما عند تسخين هذا الخليط لدرجة حرارة مرتفعة، يحدث تفاعل كيميائى أى تتكون رابطة كيميائية بين الحديد والكبريت ويكون الناتج مركب كبريتيد الحديد (II).



خواص المركب تختلف عن خواص عناصره

نموذج لويس النقطى (التمثيل النقطى للإلكترونات)

* تلعب إلكترونات التكافؤ دورًا هامًا فى تكوين الروابط، لذا اقترح العالم لويس طريقة مبسطة لتمثيلها يتم فيها إحاطة رمز العنصر بنقاط تمثل إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى.

G. N. Lewis

تطبيق التمثيل النقطى لإلكترونات تكافؤ ذرة الأكسجين $_8O$

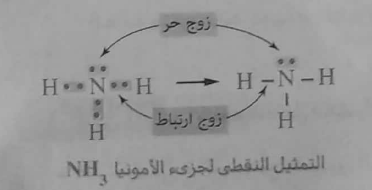
* التوزيع الإلكترونى لذرة الأكسجين : $2p^4$ ، $2s^2$ ، $1s^2$ (إلكترونات التكافؤ)
* يتم توزيع إلكترونات التكافؤ فرادى أولًا على الجوانب الأربعة لرمز العنصر، ثم يبدأ التزاوج حتى يتم توزيعها كلها، كما يلى :

$\dot{O} \rightarrow \dot{O} \rightarrow \cdot\dot{O} \rightarrow \cdot\dot{O}\cdot \rightarrow \cdot\ddot{O}\cdot \rightarrow \cdot\ddot{O}:$

* والجدول التالى يوضح التمثيل النقطى لإلكترونات تكافؤ ذرات عناصر الدورة الثالثة من الجدول الدورى الحديث، حسب نموذج لويس النقطى :

المجموعة	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	0
عناصر الدورة الثالثة	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
التوزيع الإلكترونى لغلاف التكافؤ	$3s^1$	$3s^2$	$3s^2, 3p^1$	$3s^2, 3p^2$	$3s^2, 3p^3$	$3s^2, 3p^4$	$3s^2, 3p^5$	$3s^2, 3p^6$
نموذج لويس النقطى	$\dot{Na}$	$\dot{Mg}\cdot$	$\cdot\dot{Al}\cdot$	$\cdot\dot{Si}\cdot$	$\cdot\dot{P}\cdot$	$\cdot\ddot{S}\cdot$	$:\ddot{Cl}\cdot$	$:\ddot{Ar}:$

* وقد أطلق لويس على أى :
  - زوج من أزواج الإلكترونات الموجود فى أحد أوربيتالات المستوى الخارجى، والذى لم يشارك فى تكوين الروابط، مصطلح زوج حر Lone Pair
  - زوج من أزواج الإلكترونات المسئولة عن تكوين الرابطة مصطلح زوج ارتباط Bond Pair

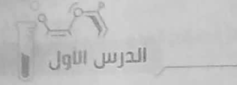


التمثيل النقطى لجزىء الأمونيا NH_3

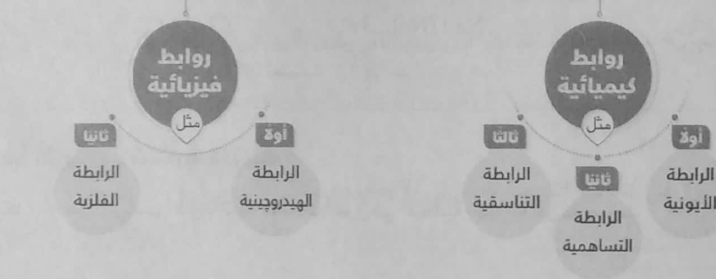
ملحوظة

تتشابه عناصر المجموعة الواحدة فى الجدول الدورى الحديث فى عدد كل من أزواج الإلكترونات الحرة وأزواج الارتباط فى مركباتها مع العناصر الأخرى المتشابهة.

$_1H : 1s^1$	$_1H : 1s^1$
$_8O : 1s^2, 2s^2, 2p^4$	$_{16}S : [Ne], 3s^2, 3p^4$
$H:\ddot{O}:H$	$H:\ddot{S}:H$



أنواع الروابط



الروابط الكيميائية

* يتضمن الدرسين الأول و الثانى دراسة الروابط الكيميائية، التالية :

أولًا الرابطة الأيونية — ثانيًا الرابطة التساهمية — ثالثًا الرابطة التناسقية

أولًا الرابطة الأيونية

* تنشأ الرابطة الأيونية – غالبًا – بين عناصر طرفى الجدول الدورى، وهما :

الفلزات	اللافلزات
تتميز الفلزات بكبر أحجامها الذرية وصغر جهد تأينها	تتميز اللافلزات بصغر أحجامها الذرية وكبر ميلها الإلكترونى
لذلك	**لذلك**
تميل ذراتها إلى فقد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى متحولة إلى أيونات موجبة (كاتيونات) تركيبها الإلكترونى يشبه التركيب الإلكترونى لأقرب غاز نبيل يسبقها فى الجدول الدورى	تميل ذراتها إلى اكتساب الإلكترونات التى فقدتها ذرات الفلزات متحولة إلى أيونات سالبة (أنيونات) تركيبها الإلكترونى يشبه التركيب الإلكترونى لأقرب غاز نبيل يليها فى الجدول الدورى

يحدث تجاذب كهربى (استاتيكى) بين الأيون الموجب و الأيون السالب فيما يعرف بالرابطة الأيونية

* الرابطة الأيونية ليس لها وجود مادى أو اتجاه معين.

تطبيق الارتباط الأيونى فى مركب كلوريد البوتاسيوم KCl

فلز البوتاسيوم		لافلز الكلور
$_{19}K : [Ar], 4s^1$	$K\cdot$ انتقال إلكترون $\cdot\ddot{Cl}:$ → $[K]^+$ تجاذب كهربى $[:\ddot{Cl}:]^-$	$_{17}Cl : [Ne], 3s^2, 3p^5$

مثال

وضح بالرسم التخطيطى كيفية ارتباط ذرة الصوديوم مع ذرة الكلور لتكوين وحدة الصيغة NaCl بطريقة لويس النقطية.

الحل : $_{17}Cl : [Ne] , 3s^2 , 3p^5$ ، $_{11}Na : [Ne] , 3s^1$

$Na\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \longrightarrow [Na]^+[:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-$

الارتباط الأيونى و السالبية الكهربية

* تختلف خواص المركبات الأيونية تبعًا لاختلاف الفرق فى السالبية الكهربية بين عناصرها، كما يتضح من الجدول الآتى :

رقم مجموعة العنصر	1A	2A	3A
العنصر	الصوديوم $_{11}Na$	الماغنسيوم $_{12}Mg$	الألومنيوم $_{13}Al$
السالبية الكهربية	0.9	1.2	1.5
كلوريد العنصر	NaCl	$MgCl_2$	$AlCl_3$
فرق السالبية فى كلوريد العنصر «سالبية الكلور = 3»	3 − 0.9 = 2.1	3 − 1.2 = 1.8	3 − 1.5 = 1.5
درجة انصهار كلوريد العنصر	810°C	714°C	190°C
درجة غليان كلوريد العنصر	1465°C	1412°C	يتسامى
التوصيل الكهربى لمصهور الكلوريد	موصل جيد جدًا	موصل جيد	لا يوصل

فرق السالبية فى كلوريدات بعض العناصر

درجة انصهار بعض كلوريدات العناصر

التوصيل الكهربى لمصهورات بعض كلوريدات العناصر

مما سبق يتضح أن : الفرق فى السالبية الكهربية بين العنصرين المرتبطين يلعب دورًا أساسيًا فى ظهور خواص الرابطة الأيونية، فكلما زاد البُعد الأفقى بين العنصرين المرتبطين فى الجدول الدورى، يزداد الفرق فى السالبية الكهربية بينهما، وبالتالى تزداد قوة الخاصية الأيونية للمركب.

وبشكل عام : يكون المركب أيونيًا – غالبًا – عندما يكون الفرق فى السالبية الكهربية بين عنصريه أكبر من 1.7

* وتعرف الرابطة التى تنشأ بين عنصر فلزى وعنصر لافلزى، الفرق فى السالبية الكهربية بينهما أكبر من 1.7 بالرابطة الأيونية.

ملاحظات

(١) مركب كلوريد الصوديوم له خواص أيونية قوية.
لأن عنصريه يقعا فى طرفى الجدول الدورى وبالتالى يكون الفرق فى السالبية الكهربية بينهما أكبر من 1.7

(٢) تميل خواص مركب كلوريد الألومنيوم لخواص المركبات التساهمية، بالرغم من أن الألومنيوم فلز والكلور لافلز.
لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى الألومنيوم والكلور أقل من 1.7

ثانيًا الرابطة التساهمية

* تنشأ الرابطة التساهمية – غالبًا – بين ذرات عناصر اللافلزات المتشابهة أو المتقاربة فى السالبية الكهربية عن طريق المشاركة الإلكترونية، حيث تساهم كل ذرة بعدد من إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى مساويًا لعدد الإلكترونات اللازم لاكتمال هذا المستوى، لتكوين زوج أو أكثر من الإلكترونات يكون فى حيازة كل من الذرتين.

تصنيف الروابط التساهمية

* تصنف الرابطة التساهمية تبعًا للفرق فى السالبية الكهربية بين الذرات المرتبطة إلى ثلاثة أنواع، هم :

١ الرابطة التساهمية النقية ٢ الرابطة التساهمية غير القطبية ٣ الرابطة التساهمية القطبية

١ الرابطة التساهمية النقية

* الرابطة التساهمية النقية عبارة عن رابطة تنشأ بين ذرتين لعنصر لافلزى واحد الفرق فى السالبية الكهربية بينهما zero
* فى الرابطة التساهمية النقية تتساوى قدرة الذرتين المرتبطتين على جذب إلكترونى الرابطة، فيقضى زوج الإلكترونات المكون للرابطة وقتًا متساويًا فى حيازة كل منهما أى تصبح الشحنة النهائية لكل منهما zero.

رابطة تساهمية نقية

* أمثلة :
  - الرابطة (H – H) فى جزىء الهيدروچين.
  - الرابطة (F – F) فى جزىء الفلور.

٢ الرابطة التساهمية غير القطبية

* الرابطة التساهمية غير القطبية عبارة عن رابطة تنشأ بين ذرتين لعنصرين لافلزين، الفرق فى السالبية الكهربية بينهما لا يساوى zero ولا يزيد عن 0.4 غالبًا.

* مثال :

الرابطة (C – H) فى جزىء الميثان.

$$\overset{2.5}{C}-\overset{2.1}{H}$$

الفرق فى السالبية الكهربية

$0.4 = 2.1 - 2.5 =$

٣ الرابطة التساهمية القطبية

* الرابطة التساهمية القطبية عبارة عن رابطة تنشأ بين ذرتين لعنصرين لافلزين الفرق فى السالبية الكهربية بينهما كبير نوعًا ما (أكبر من 0.4 وأقل من 1.7).

* فى الرابطة التساهمية القطبية يكون للذرة الأعلى سالبية القدرة الأكبر على جذب إلكترونى الرابطة فى اتجاهها فيقضى زوج الإلكترونات المكون للرابطة وقتًا أطول فى حيازتها، وبالتالى تكتسب شحنة سالبة جزئية (δ^-) – وليس شحنة كاملة – أما الذرة الأقل سالبية، فتكتسب شحنة موجبة جزئية (δ^+) نتيجة لإزاحة زوج الإلكترونات المكون للرابطة عنها قليلًا ويسمى الجزىء الناتج فى هذه الحالة بالجزىء القطبى.

δ^+ δ^-

رابطة تساهمية قطبية

* كلما ازداد الفرق فى السالبية الكهربية بين العناصر المرتبطة فى الجزىء القطبى كلما ازدادت قطبية الجزىء.

تطبيق الرابطة التساهمية القطبية فى جزىء كلوريد الهيدروجين HCl

فى جزىء كلوريد الهيدروجين، يكون لذرة الكلور (الأعلى سالبية) قدرة أكبر على جذب إلكترونى الرابطة التساهمية فى اتجاهها، فيقضى زوج الإلكترونات المكون للرابطة وقتًا أطول فى حيازتها، لذا تكتسب شحنة سالبة جزئية (δ^-)، أما ذرة الهيدروجين (الأقل سالبية) فتكتسب شحنة موجبة جزئية (δ^+)، نتيجة لإزاحة زوج الإلكترونات المكون للرابطة عنها قليلًا.

$H\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \Longrightarrow \overset{\delta^+}{H}:\overset{\delta^-}{\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}}:$

جزىء كلوريد الهيدروجين

الفرق فى السالبية الكهربية

$0.9 = 2.1 - 3 =$

أمثلة للمركبات القطبية

جزىء الماء

$\overset{\delta^+}{H}:\overset{\delta^{2-}}{\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}}:\overset{\delta^+}{H}$

الفرق فى السالبية الكهربية

$1.4 = 2.1 - 3.5 =$

جزىء الماء قطبى

لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى الأكسچين والهيدروچين فيه أكبر من 0.4 وأقل من 1.7

جزىء النشادر

$\overset{\delta^+}{H}:\overset{\delta^{3-}}{\ddot{N}}:\overset{\delta^+}{H}$, $\underset{H}{\overset{\delta^+}{}}$

الفرق فى السالبية الكهربية

$0.9 = 2.1 - 3 =$

جزىء النشادر قطبى

لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى النيتروچين والهيدروچين فيه أكبر من 0.4 وأقل من 1.7

ملحوظة

قطبية جزىء الماء **أقوى من** قطبية جزىء النشادر

لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى عنصرى الأكسچين والهيدروچين فى جزىء الماء أكبر مما بين ذرتى عنصرى النيتروچين والهيدروچين فى جزىء النشادر

مثال

وضح بالرسم التخطيطى بطريقة لويس النقطية كيفية ارتباط ذرة فوسفور $_{15}P$ مع ثلاث ذرات هيدروچين لتكوين جزىء PH_3

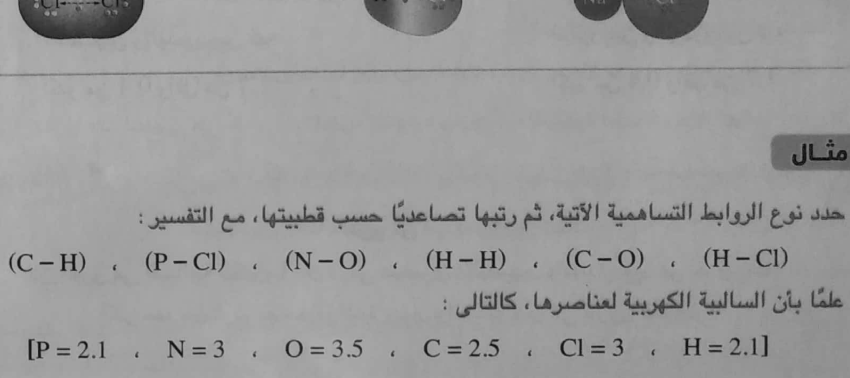
الحل :

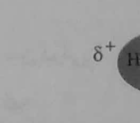
$_{15}P : [Ne] , 3s^2 , 3p^3$ ، $_1H : 1s^1$

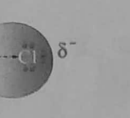
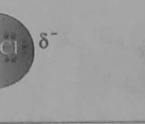
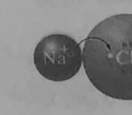
$3H\cdot + \cdot\ddot{P}\cdot \longrightarrow H\cdot\cdot\ddot{P}\cdot\cdot H$ (مع H أسفل P)

ملخص العلاقة بين مقدار الفرق فى السالبية الكهربية ونوع الروابط

* يوضح الشكل الآتى العلاقة بين مقدار الفرق فى السالبية الكهربية ونوع الروابط :



مثال

حدد نوع الروابط التساهمية الآتية، ثم رتبها تصاعديًا حسب قطبيتها، مع التفسير :

(H – Cl) ، (C – O) ، (H – H) ، (N – O) ، (P – Cl) ، (C – H)

علمًا بأن السالبية الكهربية لعناصرها، كالتالى :

[H = 2.1 ، Cl = 3 ، C = 2.5 ، O = 3.5 ، N = 3 ، P = 2.1]

الحل :

الرابطة	فرق السالبية الكهربية	نوع الرابطة
H – Cl	0.9 = 2.1 – 3	قطبية
C – O	1 = 2.5 – 3.5	قطبية
H – H	0 = 2.1 – 2.1	نقية
N – O	0.5 = 3 – 3.5	قطبية
P – Cl	0.9 = 2.1 – 3	قطبية
C – H	0.4 = 2.1 – 2.5	غير قطبية

∴ ترتيب الروابط تصاعديًا حسب قطبيتها يكون، كالتالى :

(H – H) < (C – H) < (N – O) < (H – Cl) = (P – Cl) < (C – O)

لأنه كلما ازداد الفرق فى السالبية الكهربية بين العنصرين المرتبطين فى الجزىء القطبى **كلما** ازدادت قطبية الجزىء.

Ready أسئلة تمهيدية تقيس مستوى التذكر فقط

أجب بنفسك

١ اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) كسر الروابط بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة.

(٢) طريقة مبسطة لتمثيل إلكترونات التكافؤ يتم فيها إحاطة رمز العنصر بنقاط تمثل إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى.

(٣) زوج الإلكترونات الموجود فى أحد أوربيتالات المستوى الخارجى والذى لم يشارك فى تكوين الروابط.

(٤) زوج الإلكترونات المسئول عن تكوين الرابطة.

(٥) ذرة عنصر فلزى فقدت إلكترون أو أكثر.

(٦) رابطة تنشأ بين عنصرين، الفرق فى السالبية الكهربية بينهما أكبر من 1.7

(٧) رابطة تنشأ نتيجة التجاذب الكهربى بين أيون موجب وأيون سالب.

(٨) رابطة تجمع بين ذرتين فرق السالبية الكهربية بينهما zero

(٩) رابطة تنشأ بين ذرتين الفرق فى السالبية الكهربية بينهما لا يزيد عن 0.4

(١٠) رابطة تنشأ بين ذرتين الفرق فى السالبية الكهربية بينهما كبير نوعًا ما ولكن أقل من 1.7

٢ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) الرابطة .... من الروابط الفيزيائية.

ⓐ الأيونية ⓑ التناسقية ⓙ التساهمية ⓓ الهيدروجينية

(٢) العناصر $_{11}C$ ، $_{10}B$ ، $_{9}A$ يتحد منها ....

ⓐ B مع C ⓑ B مع B ⓙ A مع B ⓓ C مع A

(٣) تتكون الرابطة الأيونية غالبًا بين ....

ⓐ الفلزات المختلفة. ⓑ الفلزات واللافلزات.

ⓙ اللافلزات المختلفة. ⓓ أشباه الفلزات المختلفة.

(٤) يتميز مركب .... بأعلى درجتى غليان وانصهار.

ⓐ $AlCl_3$ ⓑ $MgCl_2$ ⓙ NaCl ⓓ ⓐ، ⓙ معًا

(٥) عند اتحاد ذرتين من الأكسچين لتكوين جزىء منه ....

Ⓐ تشارك كل ذرة بإلكترون واحد لتكوين رابطة تساهمية.

Ⓑ تمنح إحدى الذرتين زوج من الإلكترونات للأخرى.

Ⓒ تشارك كل ذرة بزوج من الإلكترونات.

Ⓓ تتكون بين الذرتين رابطة تساهمية قطبية.

(٦) عندما ترتبط ذرتان من عنصر عدده الذرى 9 تكون الرابطة فى الجزىء الناتج ....

Ⓐ تساهمية قطبية. Ⓑ أيونية. Ⓒ تساهمية نقية. Ⓓ فلزية.

(٧) يوضع الرمز δ^+ أعلى يمين ....

Ⓐ الذرة الأقل سالبية كهربية فى الجزىء القطبى. Ⓑ الأيون الموجب.

Ⓒ الذرة الأكبر سالبية كهربية فى الجزىء القطبى. Ⓓ الأيون السالب.

(٨) الرابطة فى جزىء فلوريد الهيدروچين تساهمية قطبية، لأن الذرتين مختلفتين فى ....

Ⓐ موقعهما فى الجدول الدورى. Ⓑ الميل الإلكترونى.

Ⓒ السالبية الكهربية. Ⓓ جهد التأين.

(٩) الرابطة فى جزىء الماء ....

Ⓐ تساهمية قطبية. Ⓑ تساهمية نقية. Ⓒ تناسقية. Ⓓ أيونية.

(١٠) كل الجزيئات الآتية قطبية، عدا جزىء ....

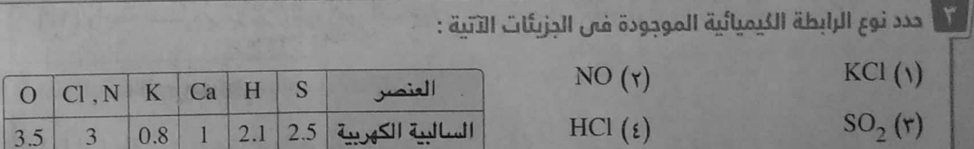
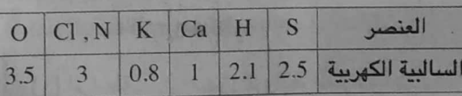
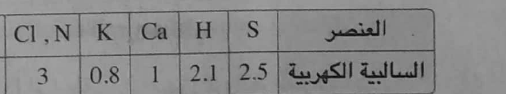
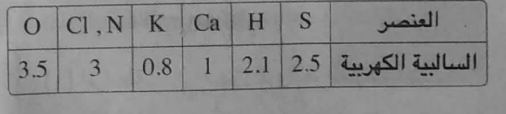
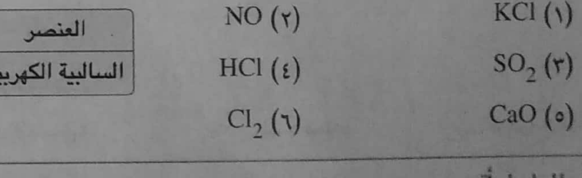
Ⓐ HCl Ⓑ Cl_2 Ⓒ NH_3 Ⓓ H_2O

٣ حدد نوع الرابطة الكيميائية الموجودة فى الجزيئات الآتية :

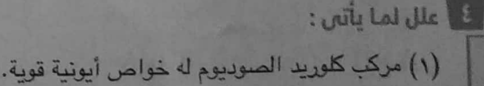
(١) KCl (٢) NO

(٣) SO_2 (٤) HCl

(٥) CaO (٦) Cl_2

العنصر	S	H	Ca	K	Cl , N	O
السالبية الكهربية	2.5	2.1	1	0.8	3	3.5



٤ علل لما يأتى :

(١) مركب كلوريد الصوديوم له خواص أيونية قوية.

(٢) تميل خواص مركب كلوريد الألومنيوم لخواص المركبات التساهمية بالرغم من أن الألومنيوم فلز والكلور لافلز.

(٣) درجة غليان محلول ملح الطعام أكبر منها لمحلول كلوريد الماغنسيوم.

(٤) الرابطة بين ذرتى الكربون والهيدروچين فى جزىء الميثان غير قطبية.

Steady

أسئلة Open book

مجاب عنها



أسئلة الاختيار من متعدد

١ جزىء العنصر الذى توزيعه الإلكترونى : $1s^2 , 2s^2 , 2p^6$ يتكون من ....

Ⓐ ذرة واحدة. Ⓑ ذرتين. Ⓒ ثلاث ذرات. Ⓓ أربع ذرات.

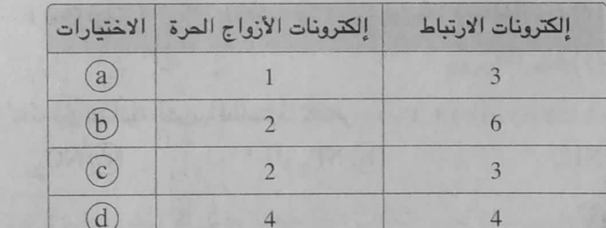
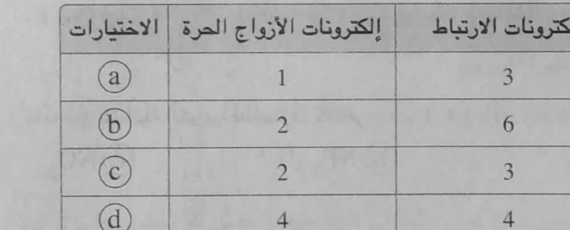
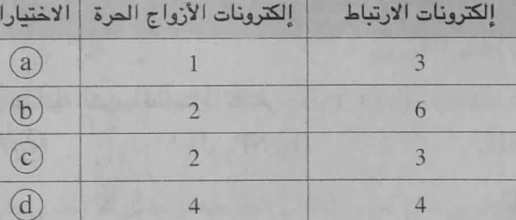
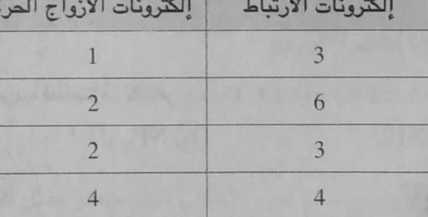
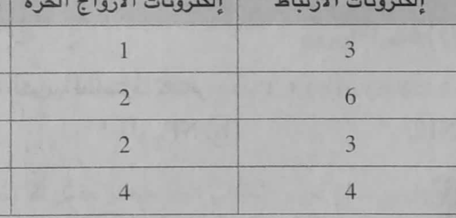
٢ ما عدد الإلكترونات المفردة فى أيون $_7N^{3-}$ ؟ ....

ⓐ zero ⓑ 1 ⓒ 2 ⓓ 3

٣ ما عدد أزواج الإلكترونات الحرة على ذرة الزرنيخ $_{33}As$ فى مركب الأرزين AsH_3 ؟ ....

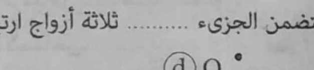
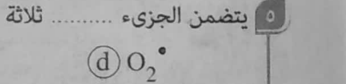
ⓐ zero ⓑ 1 ⓒ 2 ⓓ 3

٤ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن عدد إلكترونات الأزواج الحرة وعدد إلكترونات الارتباط فى ذرة الفوسفور $_{15}P$ فى مركب PCl_3 ؟ ....

الاختيارات	إلكترونات الأزواج الحرة	إلكترونات الارتباط
ⓐ	1	3
ⓑ	2	6
ⓒ	2	3
ⓓ	4	4

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

٥ يتضمن الجزىء .... ثلاثة أزواج ارتباط.

ⓐ HBr ⓑ H_2O ⓒ NF_3 ⓓ $O_2^{\bullet}$

٦ يلزم للارتباط التساهمى فى جزىء الميثان CH_4 عدد .... إلكترون.

ⓐ 10 ⓑ 8 ⓒ 4 ⓓ 2

٧ أيًا من المركبات الأيونية الآتية لا تحتوى كاتيوناتها وأنيوناتها على نفس العدد الكلى من الإلكترونات ؟ ....

ⓐ LiH ⓑ NaOH ⓒ NH_4F ⓓ $TiCl_3$

٨ أيًا من المركبات الآتية تغلب عليها الصفة الأيونية ؟ ....

ⓐ CH_3Cl ⓑ CH_4 ⓒ Cl_2 ⓓ RbCl

٩ أيًا من محاليل المركبات الآتية يتميز بقدرته على توصيل التيار الكهربى ؟ ....

ⓐ C_2H_4 ⓑ KCl ⓒ CH_4 ⓓ C_2H_6

١٠ أيًا من عناصر المجموعة (2A) التالية تكون مركبات تغلب عليها خواص المركبات التساهمية ؟ ....

11 الصيغة الكيميائية للمركب الناتج من اتحاد العنصر : $Y : [Ne], 3s^2, 3p^4$ ، مع العنصر $X : [Ne] , 3s^1$ هى ....

ⓐ XY_2 ⓑ X_2Y ⓒ YX ⓓ XY

12 أى القيم التالية تمثل فرق السالبية الكهربية فى مركب جيد التوصيل الكهربى ؟ ....

ⓐ 0.4 ⓑ 1.2 ⓒ 1.5 ⓓ 2.1

13 أيًا من العناصر المكونة للمركب المقابل تكون شحنتها السالبة الجزئية أكبر ما يمكن ؟ ....

```
     Cl
     |
F  - C - Br
     |
     I
```

ⓐ I ⓑ Br ⓒ F ⓓ Cl

14 من الجدول المقابل، أيًا من الروابط الآتية تكون أكثر قطبية ؟ ....

العنصر	H	C	N	O
السالبية الكهربية	2.1	2.5	3	3.5

ⓐ C – H ⓑ N – H ⓒ O – H ⓓ C – O

15 أيًا من المركبات الآتية أكثر قطبية ؟ ....

[علمًا بأن السالبية الكهربية لعناصرها كالتالى : H = 2.1 , N = 3 , O = 3.5 , F = 4]

ⓐ NH_3 ⓑ NF_2 ⓒ NO_2 ⓓ HF

16 الشكل المقابل يعبر عن مركب من ....

(أ) المركبات الأيونية. (ب) المركبات التساهمية القطبية.
(ج) المركبات التساهمية النقية. (د) الأحماض.

17 أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن مركب سيانيد الهيدروجين HCN ؟ ....

(أ) ذرة الكربون $_6C$ فيه تمتلك زوج من الإلكترونات الحرة.
(ب) ذرة النيتروجين $_7N$ فيه تمتلك زوج من الإلكترونات الحرة.
(ج) ذرة الهيدروجين $_1H$ فيه تمتلك زوج من الإلكترونات الحرة.
(د) ذرة النيتروجين $_7N$ فيه تمتلك زوجين من الإلكترونات الحرة.

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

18 أيًا من أزواج العناصر الآتية تنشأ بين ذرتيها رابطة تساهمية أكثر قطبية ؟ ....

(أ) الكلور والبروم. (ب) الكلور واليود. (ج) الفلور والكلور. (د) الفلور واليود.

19 من الصيغة البنائية للمركب المقابل، ما عدد إلكترونات تكافؤ ذرات العناصر المكونة لهذا المركب والتى لم تشترك فى تكوين الروابط ؟ ....

```
     H   O
     |   ‖     H
Br - C - C - N
     |         H
     H
```

[علمًا بأن العدد الذرى للعناصر كالتالى : H = 1 , C = 6 , N = 7 , O = 8 , Br = 35]

ⓐ 6 ⓑ 8 ⓒ 10 ⓓ 12



20 وضح نوع الارتباط الكيميائى الحادث فى كل جزىء من الجزيئات الآتية :

(١) M^+ X^- (٢) X:Y (٣) X:X

21 وضح بالرسم التخطيطى بطريقة لويس النقطية، كيفية ارتباط ذرة سيلينيوم $_{34}Se$ مع ذرتى هيدروجين لتكوين جزىء H_2Se

22 مستعينًا بالجدول الآتى الذى يوضح قيم السالبية الكهربية لبعض العناصر ،

العنصر	H	Na	Cl	Ca	K	Mg	C	Br	N	P	I	F	O
السالبية الكهربية	2.1	0.9	3	1	0.8	1.2	2.5	2.8	3	2.1	2.5	4	3.5

رتب الروابط الآتية تنازليًا حسب تدرج :

(١) قوة الخاصية الأيونية : (Na – Cl) ، (K – Cl) ، (Ca – Cl) ، (Mg – Cl)

(٢) قطبية الجزىء :

١- (C – I) ، (C – F) ، (C – Cl) ، (C – Br)

٢- CH_4 ، H_2O ، HF ، NH_3

23 ارسم شكل لويس النقطى لذرة عنصر ممثل X يحتوى على 3 مستويات طاقة رئيسية، المستوى الفرعى الأخير به 2 إلكترون مفرد نقط.

24 اكتب التوزيع الإلكترونى للعنصرين $_{20}Ca$ ، $_{17}Cl$ حسب مبدأ البناء التصاعدى، ثم استنتج نوع الرابطة التى تنشأ بينهما وكذلك صيغة المركب الناتج من اتحادهما.

25 مستعينًا بالشكل المقابل، اذكر مع التفسير رمز كل من :

(١) مركب لا يوصل التيار الكهربى.

(٢) مركب موصل جيد جدًا للكهرباء.

السالبية الكهربية
3
1.5
1.2
0.9
Na Mg Al Cl
عناصر الدورة الثالثة

26 فى ضوء معرفتك بتدرج خاصية السالبية الكهربية فى الجدول الدورى، اختر من أزواج الروابط الآتية الرابطة الأكثر قطبية، مع تعليل إجابتك :

(١) C – N أم C – O (٢) N – F أم N – Br (٣) N – S أم N – O

نظريات تفسير الرابطة التساهمية

* تطور مفهوم الرابطة التساهمية بتطور مفهومنا عن خواص الإلكترون، ومن النظريات المفسرة للرابطة التساهمية :

(١) النظرية الإلكترونية للتكافؤ (٢) نظرية رابطة التكافؤ (٣) نظرية الأوربيتالات الجزيئية

١ النظرية الإلكترونية للتكافؤ (نظرية الثمانيات 1916)

G. N. Lewis

* وضع العالمان كوسل و لويس نظرية الثمانيات، حيث افترضا أن الرابطة التساهمية تنشأ نتيجة تلامس عدد من إلكترونات الغلاف الخارجي للذرتين المرتبطتين، بحيث يصل التركيب الإلكتروني لكل منهما إلى 8 إلكترونات.

* وتنص نظرية الثمانيات على أن ذرات جميع العناصر، عدا (الهيدروجين ، الليثيوم ، البريليوم) تميل للوصول إلى التركيب الثمانى.

تطبيق جزيئات تنطبق عليها نظرية الثمانيات

الجزىء	التوزيع الإلكترونى للذرات	أشكال لويس النقطية للجزيئات
جزىء الكلور (Cl_2)	$_{17}Cl : [Ne] , 3s^2 , 3p^5$	:Cl:Cl:
جزىء الماء (H_2O)	$_8O : 1s^2 , 2s^2 , 2p^4$ $_1H : 1s^1$	H:O:H
جزىء النشادر (NH_3)	$_7N : 1s^2 , 2s^2 , 2p^3$ $_1H : 1s^1$	H:N:H H

مثال

(١) أعد رسم تركيب جزىء الهيدرازين N_2H_4 الذى أمامك، موضحًا عليه التوزيع النقطى لأزواج الإلكترونات (الحرة و المرتبطة).

H H
H N N H

الحل : $_1H : 1s^1$ ، $_7N : 1s^2 , 2s^2 , 2p^3$

∵ التمثيل النقطى لذرة النيتروجين : ·N·

∴ كل ذرة نيتروجين تحتاج لـ 3 إلكترونات للوصول للتركيب الثمانى.

∴ يكون شكل الارتباط كالتالى : H:N··N:H (مع H على كل ذرة N)

(٢) أعد رسم تركيب جزىء CO_2 الذى أمامك، موضحًا عليه التوزيع النقطى لأزواج الإلكترونات (الحرة و المرتبطة).

O C O

الحل : $_8O : 1s^2 , 2s^2 , 2p^4$ ، $_6C : 1s^2 , 2s^2 , 2p^2$

O::C::O

(٣) ارسم جزىء الميثانول CH_3OH موضحًا التوزيع النقطى لأزواج الإلكترونات الحرة والمرتبطة.

فكرة الحل

① احسب مجموع أعداد إلكترونات تشبع مستوى الطاقة الأخير (X) فى ذرات الجزىء.	C H₃ O H $X = (1 \times 8) + (3 \times 2) + (1 \times 8) + (1 \times 2)$ $= 24\ e^-$
② احسب مجموع أعداد إلكترونات مستويات الطاقة الخارجية (Y) لذرات الجزىء.	C H₃ O H $Y = (1 \times 4) + (3 \times 1) + (1 \times 6) + (1 \times 1)$ $= 14\ e^-$
③ احسب عدد أزواج الارتباط (Z) من العلاقة : $Z = \frac{X - Y}{2}$	$Z = \frac{24 - 14}{2} = 5$ pairs ∴ الجزىء يحتوى على 5 روابط تساهمية
④ وزع أزواج الارتباط بين ذرات الجزىء.	H H··C··O··H H
⑤ أضف – إذا لزم الأمر – أزواج الإلكترونات الحرة حول الذرات بما يحقق قاعدة الثمانيات، «مع مراعاة استثناء ذرة الهيدروجين».	H H··C··O··H H

الحل : $_{8}O : 1s^2 , 2s^2 , 2p^4$, $H : 1s^1$, $_{6}C : 1s^2 , 2s^2 , 2p^2$

```
      H
      :
H •• C •• O •• H
      :
      H
```

قصور (عيوب) النظرية الإلكترونية للتكافؤ

(١) لم تستطع تفسير الترابط فى كثير من الجزيئات على أساس قاعدة الثمانيات، كما فى :

جزىء خامس كلوريد الفوسفور PCl_5

$_{15}P : [Ne] , 3s^2 , 3p^3$

$_{17}Cl : [Ne] , 3s^2 , 3p^5$

جزىء ثالث فلوريد البورون BF_3

$_{5}B : 1s^2 , 2s^2 , 2p^1$

$_{9}F : 1s^2 , 2s^2 , 2p^5$

لأن

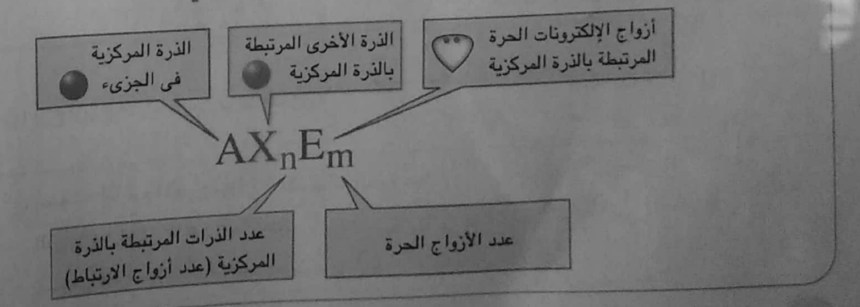
ذرة الفوسفور تكون محاطة بعشرة إلكترونات | ذرة البورون تكون محاطة بستة إلكترونات فقط

(٢) لم يعد تصورها المبسط للرابطة التساهمية كمجرد زوج من الإلكترونات المشتركة كافيًا لتفسير الكثير من خواص الجزيئات مثل : الشكل الفراغى للجزىء وقيم الزوايا بين الروابط فيه.

نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ (VSEPR)

* تختلف أشكال جزيئات المركبات التساهمية تبعًا لعدد أزواج الإلكترونات الحرة والمرتبطة المتواجدة فى أوربيتالات الذرة المركزية للجزىء حسب نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ التى تنص على أن أزواج الإلكترونات (الحرة والمرتبطة) المتواجدة فى أوربيتالات الذرة المركزية للجزىء التساهمى تتوزع فى الفراغ، بحيث يكون التنافر بينها أقل ما يمكن، لتكوين الشكل الأكثر ثباتًا للجزىء.

* ويتم التعبير عن الشكل الفراغى لأى جزىء باختصار يتضمن الصيغة التالية :



* الجدول الآتى يوضح أشكال بعض الجزيئات التساهمية تبعًا لنظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ :

الاختصار المعبر عن الجزىء AX_nE_m	عدد أزواج الإلكترونات: الحرة (m)	المرتبطة (n)	الكلية	ترتيب أزواج الإلكترونات (الحرة و المرتبطة)	الشكل الفراغى للجزىء (ترتيب الذرات المرتبطة بالذرة المركزية)	مثال
AX_2	0	2	2	خطى	خطى	BeF_2 F—Be—F
AX_3	0	3	3	مثلث مستوى	مثلث مستوى	BF_3
AX_2E	1	2	3	مثلث مستوى	زاوى	SO_2
AX_4	0	4	4	رباعى الأوجه	رباعى الأوجه	CH_4
AX_3E	1	3	4	رباعى الأوجه	هرم ثلاثى القاعدة	NH_3
AX_2E_2	2	2	4	رباعى الأوجه	زاوى	H_2O

أمثلة

(١) حدد الشكل الفراغى للجزىء الذى يحتوى على كل مما يأتى، مع كتابة الاختصار المعبر عنه :

(أ) 2 زوج ارتباط ، 0 زوج حر. (ب) 2 زوج ارتباط ، 2 زوج حر.

الحل :

(أ) ∵ الجزىء يحتوى على 2 زوج ارتباط ولا يحتوى على أزواج حرة.

∴ الشكل الفراغى للجزىء خطى ، الاختصار المعبر عنه AX_2

(ب) ∵ الجزىء يحتوى على 2 زوج ارتباط و 2 زوج حر.

∴ الشكل الفراغى للجزىء زاوى ، الاختصار المعبر عنه AX_2E_2

(٢) استنتج عدد كل من أزواج الارتباط والأزواج الحرة وكذلك ترتيب أزواج الإلكترونات للجزيئات التى لها الاختصارات الآتية :

(أ) AX_4 (ب) AX_2E

الحل :

(أ) ∵ $X = 4$ ∴ عدد أزواج الارتباط = 4

∵ لا توجد قيمة لـ E ∴ عدد الأزواج الحرة = 0

∵ محصلة أزواج الإلكترونات = $4 + 0 = 4$ ∴ ترتيب أزواج الإلكترونات رباعى الأوجه

(ب) ∵ $X = 2$ ∴ عدد أزواج الارتباط = 2

∵ $E = 1$ ∴ عدد الأزواج الحرة = 1

∵ محصلة أزواج الإلكترونات = $2 + 1 = 3$ ∴ ترتيب أزواج الإلكترونات مثلث مستوى

(٣) ارسم شكل جزىء PCl_3 بطريقة لويس النقطية، ثم أجب عن الأسئلة التالية : $[_{15}P\ ,\ _{17}Cl]$

(أ) حدد الاختصار المعبر عن جزىء المركب تبعًا لنظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ.

(ب) هل يخضع هذا المركب لنظرية الثمانيات أم لا ؟ مع التفسير.

الحل :

$_{15}P : [Ne]\ ,\ 3s^2\ ,\ 3p^3$

$_{17}Cl : [Ne]\ ,\ 3s^2\ ,\ 3p^5$

:Cl:
:Cl: P :Cl:

(أ) ∵ الجزىء يحتوى على 3 أزواج ارتباط و 1 زوج حر.

∴ الاختصار المعبر عنه AX_3E

(ب) يخضع هذا المركب لنظرية الثمانيات/ لأن كلًا من ذرة الفوسفور وذرات الكلور تكون محاطة بثمانية إلكترونات.

ملاحظات

(١) يعبر عن جزىء SO_2 بالاختصار AX_2E، بينما يعبر عن جزىء H_2O بالاختصار AX_2E_2 بالرغم من أن كلًا منهما يتكون من 3 ذرات.

لأن الذرة المركزية (A) فى جزىء SO_2 ترتبط بذرتى أكسجين (X_2) وتحمل زوج واحد من الإلكترونات الحرة (E)، بينما الذرة المركزية (A) فى جزىء H_2O ترتبط بذرتى هيدروجين (X_2) وتحمل زوجين من الإلكترونات الحرة (E_2).

(٢) الشكل الفراغى لجزىء الأمونيا على هيئة هرم ثلاثى القاعدة، بينما ترتيب أزواج الإلكترونات فى نفس الجزىء على هيئة شكل رباعى الأوجه.

الشكل الفراغى لجزىء الأمونيا NH_3 هرم ثلاثى القاعدة، لارتباط الذرة المركزية (N) فى الجزىء بثلاثة أزواج ارتباط، بينما ترتيب أزواج الإلكترونات يكون على هيئة شكل رباعى الأوجه لأن محصلة أزواج الإلكترونات (الحرة والمرتبطة) تساوى ($1 + 3 = 4$).

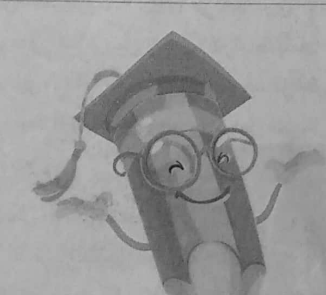
تفسير نظرية تنافر أزواج الإلكترونات لاختلاف قيم الزوايا بين الروابط فى الجزيئات التساهمية

* أوضحت النظرية أن أزواج الإلكترونات الحرة تتحكم فى تحديد قيم الزوايا بين الروابط فى الجزىء، لأن زوج الإلكترونات الحر يكون مرتبطًا من جهة بنواة الذرة المركزية للجزىء، ويكون منتشرًا فراغيًا من الجهة الأخرى، أما زوج الارتباط فيكون مرتبطًا من جهتيه بنواتى الذرتين المرتبطتين.

* وتؤدى الزيادة فى عدد أزواج الإلكترونات الحرة فى الذرة المركزية للجزىء إلى زيادة قوى التنافر بينها، ويكون ذلك على حساب نقص مقدار الزوايا بين الروابط التساهمية فى الجزىء.

وبشكل عام... تكون قوى التنافر بين :

(زوج حر ، زوج حر) > (زوج حر ، زوج ارتباط) > (زوج ارتباط ، زوج ارتباط)



تطبيق العلاقة بين عدد أزواج الإلكترونات الحرة فى الجزىء وقيم الزوايا بين الروابط التساهمية

الجدول الآتى يوضح العلاقة بين عدد أزواج الإلكترونات الحرة وقيم الزوايا بين الروابط التساهمية فى جزيئات الميثان والأمونيا والماء :

الجزىء	الميثان (CH_4)		الأمونيا (NH_3)		الماء (H_2O)
الشكل الفراغى	C 109.5°		N 107° زوج إلكترونات حر		O 105° 2 زوج إلكترونات حر
عدد أزواج الإلكترونات الحرة	0	>	1	>	2
الزاوية بين الروابط التساهمية فى الجزىء	109.5°	<	107°	<	105°

ومنه يتضح أن : كلما زاد عدد أزواج الإلكترونات الحرة فى الذرة المركزية للجزىء كلما زادت قوى التنافر بينها، ويكون ذلك على حساب نقص مقدار الزوايا بين الروابط التساهمية فى الجزىء.

ملاحظات !

(١) مقدار الزاوية بين الروابط التساهمية فى جزىء النشادر أقل مما فى جزىء الميثان.
لأن الذرة المركزية (N) فى جزىء النشادر تحمل زوج واحد من الإلكترونات الحرة، يتنافر مع أزواج الارتباط ويكون ذلك على حساب نقص مقدار الزوايا بين الروابط التساهمية، أما الذرة المركزية (C) فى جزىء الميثان فلا تحمل أزواج حرة فتكون الزوايا بين أزواج الارتباط فيها أكبر مما فى جزىء النشادر.

(٢) جزىء BeF_2 خطى، بينما جزىء SO_2 زاوى، بالرغم من أن الذرة المركزية فى كل منهما ترتبط بذرتين.
لأن الذرة المركزية (Be) فى جزىء BeF_2 تحمل زوجى ارتباط ولا تحمل أى أزواج حرة، ولتقليل قوى التنافر بين زوجى الارتباط يتخذ الجزىء الشكل الخطى فى الفراغ، بينما الذرة المركزية (S) فى جزىء SO_2 تحمل زوج حر يتنافر بقوة مع زوجى الارتباط ويكون ذلك على حساب تقليل الزاوية بين الروابط التساهمية وهو ما يجعل الشكل الفراغى للجزىء زاوى.

(٣) جزىء CO_2 غير قطبى، بالرغم من أنه يتضمن رابطتين قطبيتين.
لأن الشكل الخطى للجزىء فى الفراغ يؤدى إلى أن كل رابطة تلاشى التأثير القطبى للرابطة الأخرى.
(محصلة عزم الازدواج القطبى تساوى zero)

δ^- δ^+ δ^-
$\ddot{O}=C=\ddot{O}$
CO_2 جزىء غير قطبى

أسئلة ؟ الباب 3 الدرس الثانى

Ready أسئلة تمهيدية تقيس مستوى التذكر فقط

أجب بنفسك

١ اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) تميل ذرات جميع العناصر، عدا الهيدروجين والليثيوم والبريليوم للوصول إلى التركيب الثمانى.

(٢) تتوزع أزواج الإلكترونات المتواجدة فى أوربيتالات الذرة المركزية للجزىء التساهمى فى الفراغ، بحيث يكون التنافر بينها أقل ما يمكن، لتكوين الشكل الأكثر ثباتًا للجزىء.

(٣) زوج الإلكترونات الذى يكون مرتبطًا من جهتيه بنواتى ذرتين متماثلتين أو مختلفتين.

(٤) زوج الإلكترونات الموجود فى أحد أوربيتالات المستوى الخارجى والذى لم يشارك فى تكوين الروابط.

٢ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) وضع العالمان .... نظرية الثمانيات.
ⓐ كوسل و لويس ⓑ جيجر و ماريسدن
ⓒ بور و رذرفورد ⓓ دالتون و طومسون

(٢) يعبر عن الشكل الفراغى لجزىء BeF_2 بالاختصار ....
ⓐ AX_2 ⓑ AX_3 ⓒ AX_2E ⓓ AX_3E •

(٣) الشكل الفراغى لجزىء CH_4 ....
ⓐ مثلث مستوى. ⓑ رباعى الأوجه.
ⓒ خطى. ⓓ زاوى.

(٤) يتخذ جزىء .... فى الفراغ شكل هرم ثلاثى القاعدة.
ⓐ BF_3 ⓑ SO_2 ⓒ CH_4 ⓓ NH_3

(٥) يتخذ ترتيب أزواج الإلكترونات فى جزىء NH_3 شكل ....
ⓐ رباعى الأوجه. ⓑ مثلث مستوى.
ⓒ خطى. ⓓ زاوى.

(٦) الجزىء الذى يرمز لشكله الفراغى بالاختصار AX_2E_2 ترتبط ذرته المركزية بـ .... زوج إلكترونات ارتباط و .... زوج إلكترونات حر على الترتيب.

(٧) المركب الذى يحتوى على ثلاثة أزواج ارتباط فقط يكون شكله الفراغى ....

ⓐ رباعى الأوجه. ⓑ خطى.
ⓙ مثلث مستوى. ⓓ زاوى.

(٨) تبعًا لنظرية VSEPR تكون الزاوية بين رابطتى جزىء الماء ....

ⓐ 180° ⓑ 109.5° ⓒ 107° ⓓ 105°

٢ علل لما يأتى :

(١) قصور النظرية الإلكترونية للتكافؤ.

(٢) لا تنطبق نظرية الثمانيات على كل من جزىء ثالث فلوريد البورون وجزىء خامس كلوريد الفوسفور.

(٣) قوى التنافر بين (زوج حر ، زوج حر) أكبر مما بين (زوج ارتباط ، زوج ارتباط).

(٤) قيمة الزاوية فى مركب H_2O (105°) أقل من المتوقع (109.5°) رغم احتواء الجزىء على أربعة أزواج إلكترونات.

(٥) مقدار الزاوية بين الروابط التساهمية فى جزىء النشادر أقل مما فى جزىء الميثان.

(٦) جزىء CO_2 غير قطبى بالرغم من أنه يتضمن رابطتين قطبيتين.



Steady أسئلة Open book

مجاب عنها

أسئلة الاختيار من متعدد

١ يمكن تطبيق نظرية كوسل و لويس على جزىء ....

ⓐ PCl_3 ⓑ PCl_5 ⓒ BF_3 ⓓ BCl_3

٢ أيًا من المركبات الآتية لا تخضع لنظرية الثمانيات ؟ .... [N = 7 , F = 9 , P = 15 , I = 53 , Sb = 51]

ⓐ NF_3 ⓑ PF_3 ⓒ IF_3 ⓓ SbF_3

٣ من الصيغة البنائية المقابلة،

ما احتمالات العناصر X ، Y ، Z ؟ ....

الاختيارات	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ
X	$_5B$	$_7N$	$_7N$	$_{15}P$
Y	$_{15}P$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{14}Si$
Z	$_{16}O$	$_{17}Cl$	$_{17}Cl$	$_1H$

٤ يتفق جزىء SO_3 مع جزىء SO_2 فى ....

ⓐ الشكل الفراغى للجزىء. ⓑ ترتيب أزواج الإلكترونات.
ⓙ عدد أزواج الإلكترونات الحرة. ⓓ عدد أزواج إلكترونات الارتباط.

٥ تتفق جزيئات .... فى الشكل الفراغى للجزىء.

ⓐ H_2O , ClO_2 ⓑ BF_3 , BeF_2 ⓒ CH_4 , NH_3 ⓓ H_2O , NH_3

٦ أيًا من أزواج المركبات الآتية تتشابه فى الشكل الفراغى ؟ ....

ⓐ BF_3 , NH_3 ⓑ $BeCl_2$, H_2O ⓒ CCl_4 , CH_4 ⓓ PF_3 , IF_3

٧ أيًا من المركبات الآتية تتضمن 2 زوج ارتباط ، 2 زوج حر من الإلكترونات ؟ ....

ⓐ NH_3 ⓑ SO_2 ⓒ H_2S ⓓ BF_3

٨ تبعًا لنظرية VSEPR ، فإن وجود 4 أزواج ارتباط حول الذرة المركزية فى المركب تجعل شكله فى الفراغ ....

ⓐ خطى. ⓑ مثلث مستوى. ⓙ رباعى الأوجه. ⓓ زاوى.

٩ ما الشكل الفراغى لجزىء $CHCl_3$ ؟ ....

ⓐ زاوى. ⓑ مثلث مستوى.
ⓙ رباعى الأوجه. ⓓ هرم ثلاثى القاعدة.

١٠ ما عدد أزواج كل من الإلكترونات الحرة وإلكترونات الارتباط فى الذرة المركزية لجزىء IF_5 ؟ ....

الاختيارات	(a)	(b)	(c)	(d)
عدد أزواج الإلكترونات الحرة	1	0	5	4
عدد أزواج إلكترونات الارتباط	5	5	1	1

١١ يتساوى عدد أزواج الارتباط فى الجزيئات الآتية، عدا جزىء ....

(a) BF_3 (b) BeF_2 (c) SO_2 (d) H_2O

١٢ تحمل الذرة المركزية فى جزىء .... 2 زوج إلكترونات حر.

(أ) الأمونيا (ب) ثالث فلوريد الكلور (ج) الميثان (د) الفوسفين

١٣ الشكل الفراغى لكل من .... خطى.

(a) BF_3 , NH_3 (b) H_2O , SO_2 (c) BeF_2 , CO_2 (d) BF_3 , SO_2

١٤ يتشابه شكل ترتيب أزواج الإلكترونات على الذرة المركزية مع الشكل الفراغى للجزىء عندما ....

(أ) لا تحمل الذرة المركزية أزواج إلكترونات حرة. (ب) يخضع الجزىء لنظرية الثمانيات.

(ج) تكون قيمة n أقل من 4 (د) تكون قيمة m أكبر من zero

١٥ إذا علمت أن السالبية الكهربية لكل من البريليوم $_4Be$ ، الكلور $_{17}Cl$ تساوى 1.5 ، 3 على الترتيب فإن الشكل الفراغى لمركب $BeCl_2$ فى الفراغ يكون .... وقطبيته .... قطبية H_2O

الاختيارات	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
الشكل الفراغى	خطى	زاوى	خطى	زاوى
القطبية	أكبر من	تساوى	تساوى	أقل من

١٦ الشحنة الجزئية على ذرة الكربون فى جزىء $O = C = O$ تساوى ....

(a) zero (b) +1 (c) +2 (d) −2

١٧ أى المركبات الآتية تكون الزاوية بين الروابط فى الجزىء أكبر ما يمكن ؟ ....

(a) CO_2 (b) BF_3 (c) CCl_4 (d) NF_3

١٨ الزاوية بين الروابط تكون أقل ما يمكن فى جزىء ....

(a) NH_3 (b) CH_4 (c) SO_2 (d) H_2S

١٩ ما الشكل المتوقع لجزىء الهيدرازين N_2H_4 ؟ ....

(a) 90° (b) 90° (c) 120° (d) 107°

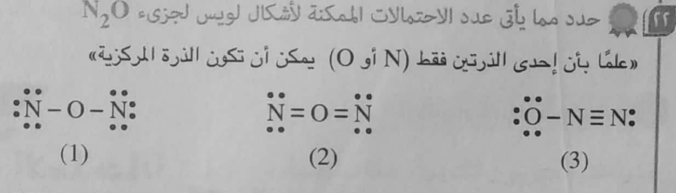
أسئلة مقالية

٢٠ ارسم تركيب الجزيئات الآتية، موضحًا التوزيع النقطى لأزواج الإلكترونات الحرة والمرتبطة : [H = 1 , C = 6 , O = 8]

(١) الإيثان C_2H_6 (٢) الميثانول CH_3OH

(٣) ثانى أكسيد الكربون CO_2 (٤) فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2

٢١ الشكل المقابل يوضح أحد المركبات، أعد رسم هذا الشكل بما يحقق طريقة لويس النقطية.



٢٢ حدد مما يأتى عدد الاحتمالات الممكنة لأشكال لويس لجزىء N_2O «علمًا بأن إحدى الذرتين فقط (N أو O) يمكن أن تكون الذرة المركزية»

:N̈ − O − N̈: (1) N̈ = O = N̈ (2) :Ö − N ≡ N: (3)

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

٢٣ حدد الشكل الفراغى للجزىء الذى يحتوى على كل مما يأتى، مع كتابة الاختصار المعبر عنه :

(١) 2 زوج إلكترونات ارتباط ، 0 زوج إلكترونات حر.

(٢) 2 زوج إلكترونات ارتباط ، العدد الكلى لأزواج الإلكترونات 4

(٣) 0 زوج إلكترونات حر ، العدد الكلى لأزواج الإلكترونات 3

٢٤ لديك أربعة عناصر $_1A$ / $_8B$ / $_{17}C$ / $_{19}D$:

(١) كون منهم :

١- مركب تساهمى قطبى. ٢- مركب أيونى.

(٢) اذكر الشكل الفراغى للجزىء الناتج من اتحاد ذرتين من العنصر A مع ذرة من العنصر B ، ثم حدد قيمة الزاوية بين الروابط.

٢٥ عنصر B توزيعه الإلكترونى $1s^1$ ترتبط ثلاث ذرات منه بذرة عنصر A توزيعه الإلكترونى $1s^2, 2s^2, 2p_x^1, 2p_y^1, 2p_z^1$ وضح ما يلى :

(١) صيغة المركب الناتج. (٢) قيم الزوايا بين روابط جزىء المركب الناتج.

(٣) عدد أزواج الإلكترونات الحرة. (٤) عدد أزواج إلكترونات الارتباط.

٢٦ ارسم المركب PCl_3 بطريقة لويس النقطية، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) حدد الاختصار المعبر عن جزىء المركب تبعًا لنظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ.

(٢) هل يخضع هذا المركب لنظرية الثمانيات أم لا ؟

[علمًا بأن الأعداد الذرية للعناصر : $_{15}P$ ، $_{17}Cl$]

٢٧ رتب المركبات الآتية تصاعديًا «حسب قيم الزوايا بين الروابط» :

$(CCl_4 \ / \ CO_2 \ / \ NF_3 \ / \ BF_3)$

٢٨ فى ضوء نظرية VSEPR وضح الشكل الفراغى والاختصار المعبر عن المركبات الآتية :

(١) PH_3 (٢) $AlCl_3$ [Cl = 17 , P = 15 , Al = 13 , H = 1]

٢ نظرية رابطة التكافؤ

* بُنيت نظرية رابطة التكافؤ على نتائج ميكانيكا الكم، بعدما تغيرت النظرة إلى الإلكترون من مجرد كونه جسيم مادى يحمل شحنة سالبة يسير فى مدارات محددة حول النواة إلى كونه جسيم مادى له خواص موجية، يحتمل تواجده فى أى منطقة من الفراغ المحيط بالنواة، وقد أبقت هذه النظرية على صورة الذرات المفردة التى تقترب من بعضها لتكوين الروابط التساهمية فى الجزىء.

* وقد فسرت نظرية رابطة التكافؤ الجزىء بأنه مجرد ذرتين أو أكثر حدث تداخل بين بعض أوربيتالاتهم الذرية لتكوين الروابط التساهمية فيه، مع بقاء بقية الأوربيتالات الذرية كما هى فى الذرة المفردة.

* وتعتمد نظرية رابطة التكافؤ على مفهومين أساسيين، هما :

أ مفهوم تداخل الأوربيتالات ب مفهوم الأوربيتالات المهجنة

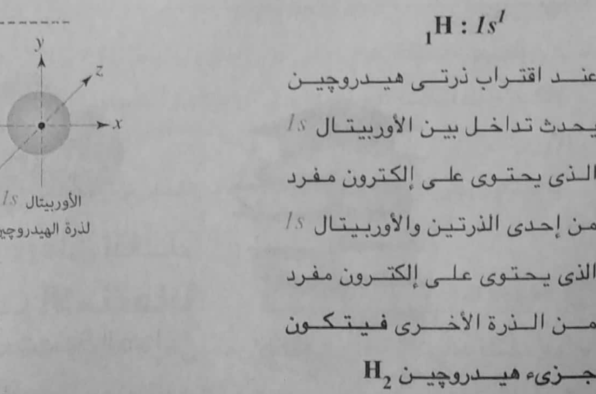
أ مفهوم تداخل الأوربيتالات

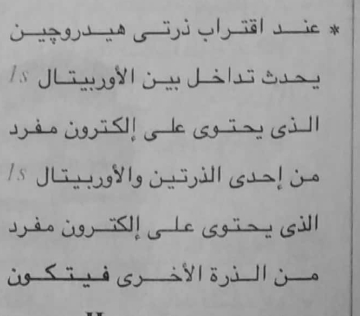
عند اقتراب ذرتين لتكوين رابطة تساهمية، فإن أوربيتال - به إلكترون واحد مفرد - من إحدى الذرتين، يتداخل مع أوربيتال آخر - به إلكترون واحد مفرد - من الذرة الأخرى.

تطبيق ١ تكوين جزىء الهيدروچين بمفهوم تداخل الأوربيتالات

$_1H : 1s^1$

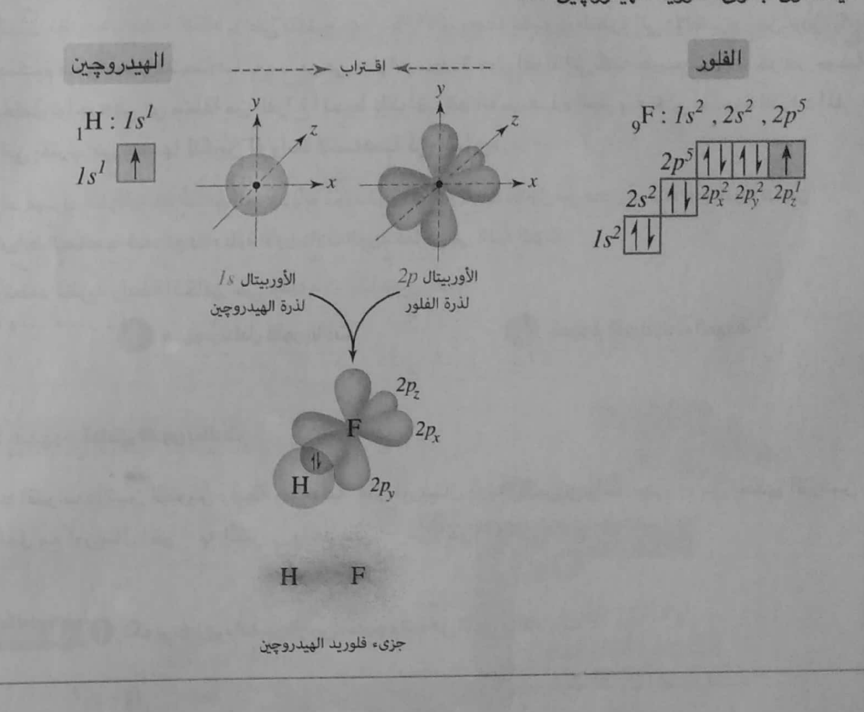
* عند اقتراب ذرتى هيدروچين يحدث تداخل بين الأوربيتال $1s$ الذى يحتوى على إلكترون مفرد من إحدى الذرتين والأوربيتال $1s$ الذى يحتوى على إلكترون مفرد من الذرة الأخرى فيتكون جزىء هيدروچين H_2

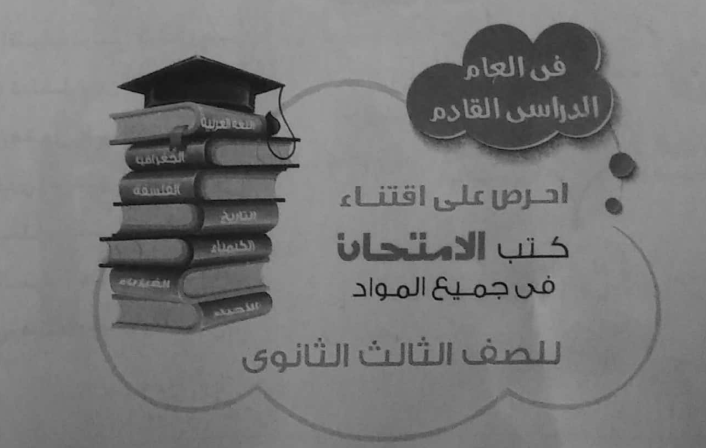




تطبيق ٢ تكوين جزىء فلوريد الهيدروجين بمفهوم تداخل الأوربيتالات

* عند اقتراب ذرة فلور من ذرة هيدروجين يحدث تداخل بين الأوربيتال $2p_z$ الذى يحتوى على إلكترون مفرد من ذرة الفلور مع الأوربيتال $1s$ الذى يحتوى على إلكترون مفرد من ذرة الهيدروجين، **فيتكــون جــزىء فلوريد الهيدروجين HF**





فشل تفسير تركيب جزىء الميثان فى ضوء مفهوم تداخل الأوربيتالات

* يتضح من التوزيع الإلكترونى لذرة الكربون وهى فى الحالة المستقرة، أن المستوى الفرعى $2p$ يحتوى على إلكترونين فقط فى حالة انفراد.

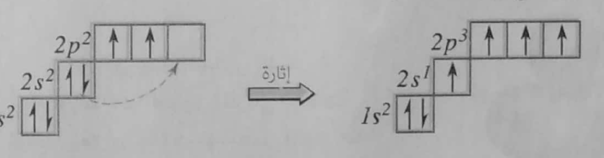
* وكان من المفترض – تبعًا لمفهوم تداخل الأوربيتالات – أن ترتبط ذرة الكربون بذرتى هيدروجين عن طريق رابطتين تساهميتين $(C-H)$، وبذلك تكون صيغة جزىء الميثان – المفترضة – هى CH_2 وتكون الزاوية بين الرابطتين 180°

$2p^2$ ↑ ↑
$2s^2$ ↑↓
$1s^2$ ↑↓
ذرة كربون مستقرة $(_6C)$

* إلا أن الجزىء – فى الواقع – يتخذ فى الفراغ شكل رباعى الأوجه ترتبط فيه ذرة الكربون بأربع ذرات هيدروجين عن طريق أربع روابط تساهمية متماثلة فى الطول والقوة، الزاوية بينهم 109.5°

* وقد فسرت نظرية رابطة التكافؤ تكوين أربع روابط تساهمية فى جزىء الميثان بحدوث عملية إثارة لذرة الكربون بإكسابها قدر محدد من الطاقة يكفى لانتقال أحد إلكترونى المستوى الفرعى $2s$ إلى الأوربيتال الفارغ فى المستوى الفرعى $2p$

وبذلك تحتوى ذرة الكربون على أربعة أوربيتالات بكل منها إلكترون مفرد، فترتبط ذرة الكربون بأربع ذرات هيدروجين عن طريق أربع روابط تساهمية $(C-H)$.



* لكن ظهرت مشكلة أخرى، وهى عدم تماثل الروابط $(C-H)$ الأربعة لأن إلكترون الأوربيتال $2s$ يختلف عن الإلكترونات الثلاثة الموجودة فى أوربيتالات المستوى الفرعى $2p$، فى كل من الطاقة والشكل الفراغى للأوربيتال.

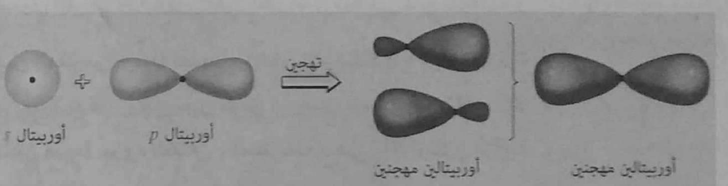
وبذلك تكون نظرية رابطة التكافؤ قد عجزت عن تفسير تركيب جزىء الميثان فى ضوء مفهوم تداخل الأوربيتالات.

ب مفهوم الأوربيتالات المهجنة

* لحل مشكلة عدم تماثل الأوربيتالات الأربعة فى ذرة الكربون المثارة، كان لابد من حدوث عملية معينة فى ذرة الكربون، ينتج عنها أربعة أوربيتالات متكافئة – عُرفت بالأوربيتالات المهجنة – وقد سميت هذه العملية بالتهجين وهى عملية اتحاد أو تداخل بين أوربيتالين مختلفين أو أكثر فى نفس الذرة، ينتج عنه أوربيتالات ذرية جديدة متماثلة، تعرف بالأوربيتالات المهجنة.

شروط عملية التهجين

(١) يحدث بين أوربيتالات الذرة الواحدة المتقاربة فى الطاقة مثل : ($2s$ مع $2p$) ، ($4s$ مع $3d$).
(٢) عدد الأوربيتالات المهجنة = عدد الأوربيتالات النقية الداخلة فى عملية التهجين وتأخذ رموزها.



الأوربيتال المهجن أكثر بروزًا من الأوربيتال النقى

ملحوظة!

الأوربيتالات المهجنة أكثر نشاطًا من الأوربيتالات النقية، لأنها أكثر بروزًا للخارج، وبالتالى تكون أكثر قدرة على التداخل.

* والجدول التالى يوضح بعض أنواع التهجين :

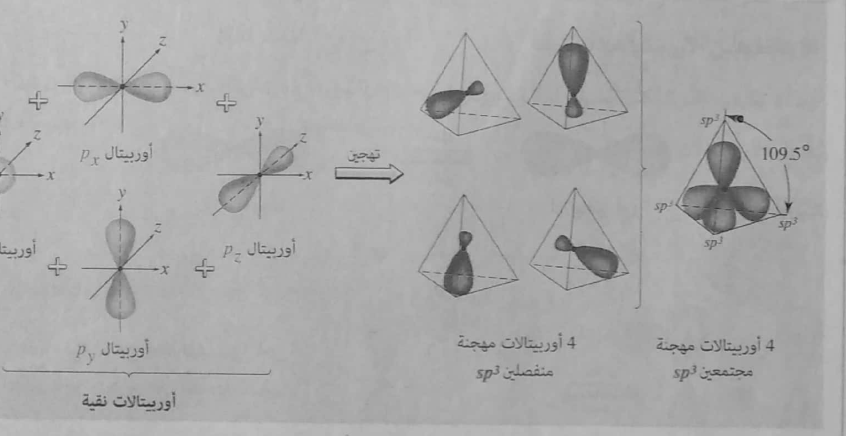
نوع التهجين	الأوربيتالات المتداخلة	شكل إيضاحى بالبالونات
sp^3	يتداخل أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتالات المستوى الفرعى p الثلاثة لتنتج أربعة أوربيتالات مهجنة من النوع sp^3 $s + 3p \xrightarrow{\text{تهجين}} 4sp^3$	الزاوية بين كل أوربيتالين مهجنين تساوى 109.5°
sp^2	يتداخل أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتالين من المستوى الفرعى p لتنتج ثلاثة أوربيتالات مهجنة من النوع sp^2 $s + 2p \xrightarrow{\text{تهجين}} 3sp^2$	الزاوية بين كل أوربيتالين مهجنين تساوى 120°
sp	يتداخل أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتال من المستوى الفرعى p لينتج أوربيتالين مهجنين من النوع sp $s + p \xrightarrow{\text{تهجين}} 2sp$	الزاوية بين الأوربيتالين المهجنين تساوى 180°

تفسير تركيب جزىء الميثان CH_4 فى ضوء مفهوم الأوربيتالات المهجنة

* تحدث عملية إثارة لذرة الكربون بإكسابها قدر محدد من الطاقة فتتحول إلى ذرة كربون مثارة.

* يحدث تهجين بين أوربيتال المستوى الفرعى $2s$ وأوربيتالات المستوى الفرعى $2p$ الثلاثة فتتكون أربعة أوربيتالات مهجنة من النوع sp^3 يحتوى كل منها على إلكترون مفرد، ولتقليل قوى التنافر بينها، يبتعد كل منها عن الآخر فى الفراغ بأقصى درجة ممكنة فتصبح الزوايا بين الأوربيتالات المهجنة 109.5° وبذلك تكون الذرة أكثر استقرارًا.

ذرة كربون مستقرة: $1s^2$ $2s^2$ $2p^2$
إثارة
ذرة كربون مثارة: $1s^2$ $2s^1$ $2p^3$
تهجين
ذرة كربون مهجنة: $1s^2$ sp^3 sp^3 sp^3 sp^3



عملية تهجين sp^3

* ترتبط ذرة الكربون بأربع ذرات هيدروجين عن طريق تداخل الأربعة أوربيتالات المهجنة sp^3 لذرة الكربون مع الأربعة أوربيتالات $1s$ الخاصة بذرات الهيدروجين الأربعة، فتتكون أربعة روابط تساهمية غير قطبية $(C-H)$ متماثلة تمامًا فى الطول والقوة، الزوايا بينها 109.5° ويكون الشكل الفراغى لجزىء الميثان رباعى الأوجه.

جزىء الميثان CH_4 «رباعى الأوجه»

٣ نظرية الأوربيتالات الجزيئية

* فسرت نظرية الأوربيتالات الجزيئية بأن الجزيء عبارة عن وحدة واحدة، أو ذرة كبيرة متعددة الأنوية، يحدث فيها تداخل بين جميع الأوربيتالات الذرية لتكوين أوربيتالات جزيئية.
* يرمز للأوربيتالات الجزيئية بالرموز :
سيجما (σ) ، باى (π) ، دلتا (δ) ، ... إلخ.

أ الرابطة سيجما (σ)

* الرابطة سيجما عبارة عن رابطة تنشأ من تداخل أوربيتالين ذرين موجودين على خط واحد مع بعضهما بالرأس.
* أمثلة :
(١) تداخل أوربيتال sp لإحدى الذرات مع أوربيتال sp لذرة أخرى.

أوربيتالين sp + أوربيتالين sp — تداخل بالرأس ← رابطة سيجما

(٢) تداخل أوربيتال s لإحدى الذرات مع أوربيتال sp لذرة أخرى.

أوربيتال s + أوربيتالين sp — تداخل بالرأس ← رابطة سيجما

ب الرابطة باى (π)

* الرابطة باى عبارة عن رابطة تنشأ من تداخل أوربيتالين ذرين متوازيين مع بعضهما بالجنب.
* مثال : تداخل أوربيتال p_y لإحدى الذرات مع أوربيتال p_y لذرة أخرى (أو p_z مع p_z)

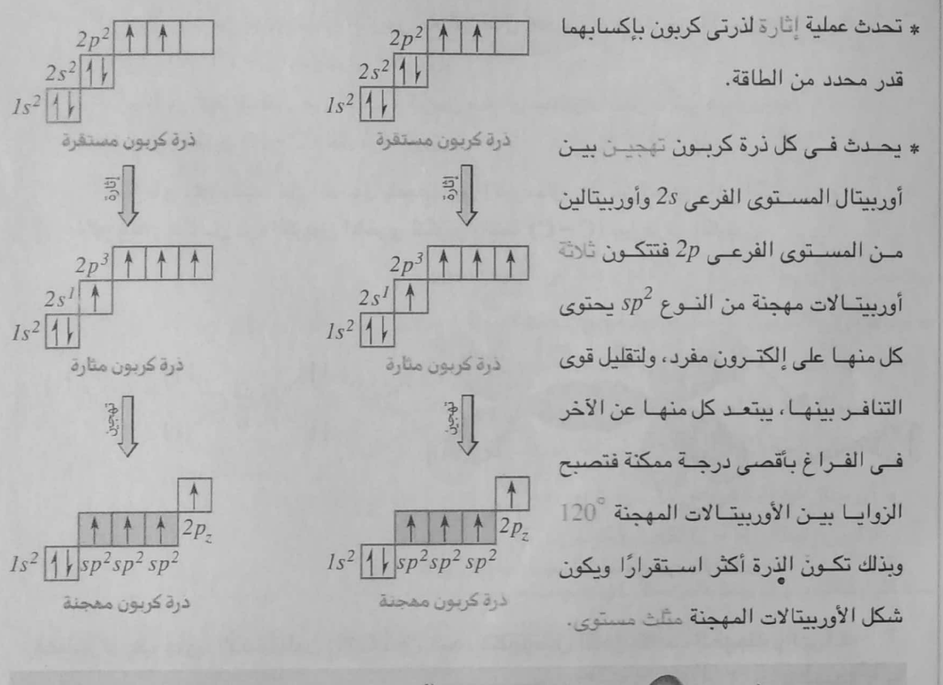
أوربيتال p_y + أوربيتال p_y — تداخل بالجنب ← رابطة باى

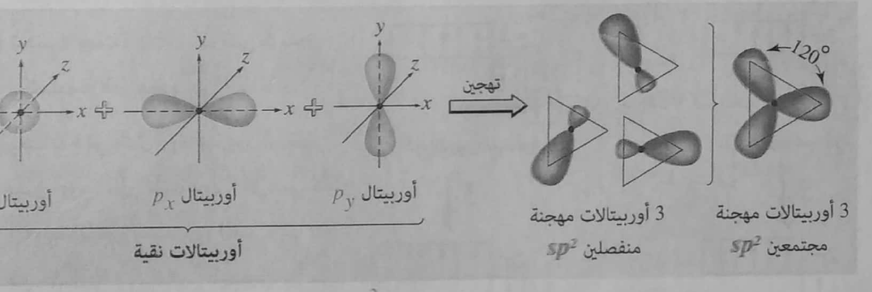
ملحوظة

الرابطة سيجما أقوى من الرابطة باى،
لأن الرابطة سيجما تنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية (المهجنة أو النقية) مع بعضها بالرأس فيصعب كسرها، بينما الرابطة باى تنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية (النقية فقط) مع بعضها بالجنب فيسهل كسرها

تفسير تركيب جزيء الإيثيلين C_2H_4 فى ضوء مفهومى الأوربيتالات المهجنة والجزيئية

* تحدث عملية إثارة لذرتى كربون بإكسابهما قدر محدد من الطاقة.
* يحدث فى كل ذرة كربون تهجين بين أوربيتال المستوى الفرعى $2s$ وأوربيتالين من المستوى الفرعى $2p$ فتتكون ثلاثة أوربيتالات مهجنة من النوع sp^2 يحتوى كل منها على إلكترون مفرد، ولتقليل قوى التنافر بينها، يبتعد كل منها عن الآخر فى الفراغ بأقصى درجة ممكنة فتصبح الزوايا بين الأوربيتالات المهجنة $120°$ وبذلك تكون الذرة أكثر استقرارًا ويكون شكل الأوربيتالات المهجنة مثلث مستوى.





عملية تهجين sp^2

ويلاحظ أن الأوربيتال $2p_z$ لم يدخل فى عملية التهجين ويكون عموديًا على المستوى الذى يمر بالأوربيتالات الثلاثة المهجنة sp^2

أوربيتال p_z — أوربيتال sp^2 — أوربيتال sp^2 — أوربيتال sp^2

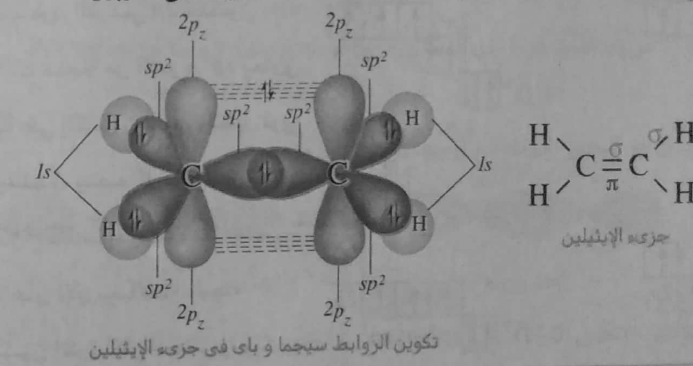
الأوربيتال p_z عمودى على مستوى الأوربيتالات sp^2

* ترتبط ذرتى الكربون ببعضهما، وترتبط كل منهما بذرتى هيدروچين عن طريق نوعين من الروابط، **هما** :

– الرابطة سيجما (σ) وتنشأ من التداخل بالرأس بين :

- أوربيتال sp^2 من إحدى ذرتى الكربون مع أوربيتال sp^2 من ذرة الكربون الأخرى لتكوين رابطة (C – C) بين ذرتى الكربون.
- أوربيتالين sp^2 المتبقيين من كل ذرة كربون مع أوربيتالين $1s$ من ذرتى هيدروچين لتكوين رابطتين (C – H) لكل ذرة كربون.

– الرابطة باى (π) وتنشأ من التداخل بالجنب بين الأوربيتال $2p_z$ من إحدى ذرتى الكربون مع الأوربيتال $2p_z$ من ذرة الكربون الأخرى لتكوين رابطة (C – C) بين ذرتى الكربون.

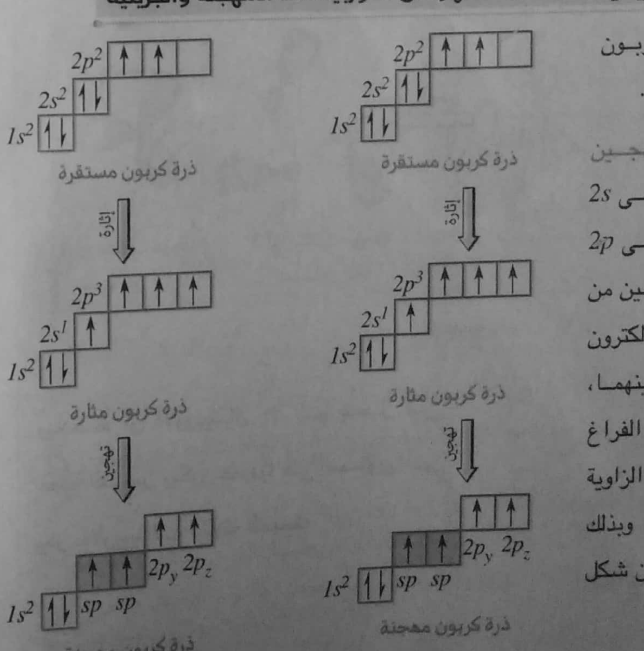


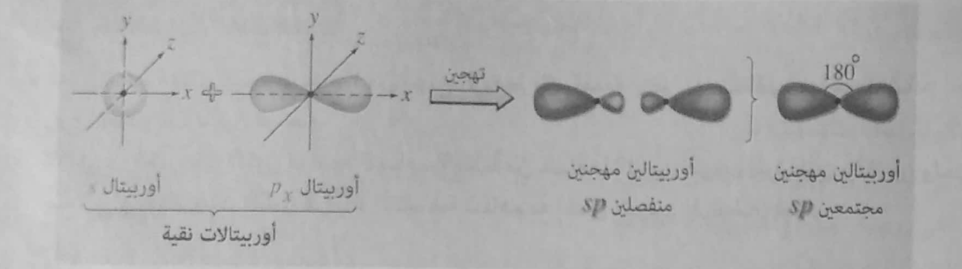
تكوين الروابط سيجما و باى فى جزىء الإيثيلين

تفسير تركيب جزىء الأسيتيلين C_2H_2 فى ضوء مفهومى الأوربيتالات المهجنة والجزيئية

* تحدث عملية إثارة لذرتى كربون بإكسابهما قدر محدد من الطاقة.

* يحدث فى كل ذرة كربون تهجين بين أوربيتال المستوى الفرعى $2s$ وأوربيتال من المستوى الفرعى $2p$ فيتكون أوربيتالين مهجنين من النوع sp يحتوى كل منهما على إلكترون مفرد ولتقليل قوى التنافر بينهما، يبتعد كل منهما عن الآخر فى الفراغ بأقصى درجة ممكنة، فتصبح الزاوية بين الأوربيتالين المهجنين 180° وبذلك تكون الذرة أكثر استقرارًا ويكون شكل الأوربيتالات المهجنة خطى.





عملية تهجين sp

ويلاحظ أن الأوربيتالين $2p_y$ ، $2p_z$ لم يدخلا فى عملية التهجين.

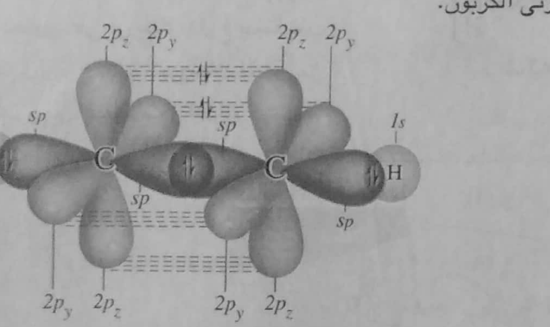
* ترتبط ذرتى الكربون ببعضهما، وترتبط كل منهما بذرة هيدروچين، عن طريق نوعين من الروابط، **هما** :

– الرابطة سيجما (σ) وتنشأ من التداخل بالرأس بين :

- أوربيتال sp من إحدى ذرتى الكربون مع الأوربيتال sp من ذرة الكربون الأخرى، لتكوين رابطة (C – C) بين ذرتى الكربون.
- أوربيتال sp المتبقى من كل ذرة كربون مع أوربيتال $1s$ من ذرة هيدروچين، لتكوين رابطة (C – H) لكل ذرة كربون.

– الرابطة باى (π) وتنشأ من التداخل بالجنب بين :

- أوربيتال $2p_y$ من إحدى ذرتى الكربون مع أوربيتال $2p_y$ من ذرة الكربون الأخرى، لتكوين رابطة (C – C) بين ذرتى الكربون.
- أوربيتال $2p_z$ من إحدى ذرتى الكربون مع أوربيتال $2p_z$ من ذرة الكربون الأخرى، لتكوين رابطة (C – C) بين ذرتى الكربون.



تكوين الروابط سيجما و باى فى جزىء الأسيتيلين

* **يتضح مما سبق أن الجزىء الواحد من الأسيتيلين C_2H_2 يتضمن :**

1 رابطة تساهمية ثلاثية (1 رابطة σ + 2 رابطة π)

2 رابطة تساهمية أحادية (2 رابطة σ)

ثالثًا الرابطة التناسقية

* تُعتبر الرابطة التناسقية نوعًا خاصًا من أنواع الروابط التساهمية، رغم إنها تختلف معها فى منشأ زوج الإلكترونات المكون للرابطة،

لأن زوج الإلكترونات المكون للرابطة التساهمية ينشأ من مساهمة كل من الذرتين المرتبطتين بإلكترون واحد، بينما زوج الإلكترونات المكون للرابطة التناسقية تساهم به إحدى الذرتين المرتبطتين فقط.

* وتنشأ الرابطة التناسقية بين ذرتين :
  - الأولى : تمتلك زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة .. تُعرف باسم الذرة المانحة (Donner).
  - الثانية : تمتلك أوربيتال فارغ، يحتاج إلى زوج من الإلكترونات لكى يصل إلى التركيب الإلكترونى الثابت .. تُعرف باسم الذرة المستقبلة (Acceptor).

* وتمثل الرابطة التناسقية بسهم يتجه من الذرة المانحة إلى الذرة المستقبلة.

تطبيق ١ الرابطة التناسقية فى أيون الأمونيوم $(NH_4)^+$

* عند إذابة غاز الأمونيا (النشادر) فى الماء، تتكون رابطة تناسقية بين :
  - ذرة نيتروجين جزىء النشادر والتى تحتوى على زوج من الإلكترونات الحرة، فتقوم بدور الذرة المانحة.
  - بروتون الماء (أيون الهيدروجين الموجب H^+) والذى يحتوى على أوربيتال فارغ يستقطب (يستقبل) زوج الإلكترونات الحر من ذرة النيتروجين، فيقوم بدور الذرة المستقبلة.

زوج إلكترونات حر — $2p^3$ — $2s^2$ — $1s^2$ — ذرة نيتروجين — جزىء أمونيا

$$H^+ + :NH_3 \longrightarrow [H \leftarrow NH_3]^+$$

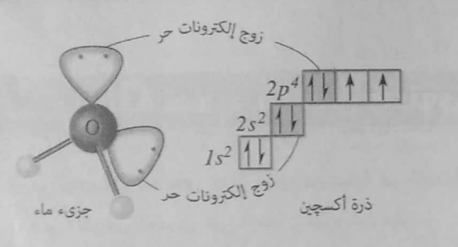
بروتون — جزىء الأمونيا — أيون الأمونيوم

تكوين الرابطة التناسقية فى أيون الأمونيوم



تطبيق ٢ الرابطة التناسقية فى أيون الهيدرونيوم $(H_3O)^+$

* عند إذابة الأحماض فى الماء، تتكون رابطة تناسقية بين :
  - ذرة أكسچين جزىء الماء والتى تحتوى على زوجين من الإلكترونات الحرة، فتقوم بدور الذرة المانحة.
  - بروتون الحمض (أيون الهيدروچين الموجب H^+) والذى يحتوى على أوربيتال فارغ يستقطب (يستقبل) أحد زوجى الإلكترونات الحرة من ذرة الأكسچين، فيقوم بدور الذرة المستقبلة. ويظل زوج الإلكترونات الحر الآخر كما هو فى ذرة الأكسچين.



$$H^+ + :\ddot{O}H_2 \longrightarrow [H \leftarrow \ddot{O}H_2]^+$$

بروتون — جزىء الماء — أيون الهيدرونيوم

تكوين الرابطة التناسقية فى أيون الهيدرونيوم

ملاحظات

(١) لا توجد أيونات هيدروچين موجبة (بروتونات) فى المحاليل المائية للأحماض القوية، لارتباطها مع جزيئات الماء بروابط تناسقية مكونة أيونات الهيدرونيوم $(H_3O)^+$.

$$H_2\ddot{O}_{(l)} + H^+_{(aq)} \longrightarrow H_3\dot{O}^+_{(aq)}$$

(٢) يتضمن جزىء هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH) ثلاثة أنواع من الروابط.

* لأنه يحتوى على :
  - رابطة أيونية نتيجة التجاذب الكهربى بين أيون الأمونيوم الموجب $(NH_4)^+$ وأيون الهيدروكسيد السالب $(OH)^-$.
  - رابطة تناسقية فى أيون الأمونيوم، نتيجة منح ذرة نيتروچين جزىء النشادر NH_3 زوج من الإلكترونات الحرة للبروتون الموجب (H^+).
  - ثلاث روابط تساهمية قطبية فى جزىء النشادر، نتيجة المشاركة بالإلكترونات بين ذرة النيتروچين وثلاث ذرات الهيدروچين.

Ready أسئلة تمهيدية تقيس مستوى التذكر فقط

أجب بنفسك

١ اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) ذرة كربون تحتوى على أربعة إلكترونات مفردة.

(٢) تداخل أوربيتالين مختلفين أو أكثر من ذرة واحدة لتكوين أوربيتالات ذرية جديدة متماثلة فى الشكل والطاقة.

(٣) التهجين الناشئ عن تداخل أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتال من المستوى الفرعى p فى نفس الذرة.

(٤) التهجين الذى ينتج عنه ثلاثة أوربيتالات متماثلة فى الشكل والطاقة.

(٥) الجزىء عبارة عن ذرة كبيرة متعددة الأنوية، يحدث فيه تداخل بين جميع الأوربيتالات الذرية لتكوين أوربيتالات جزيئية.

(٦) الأوربيتال الناشئ عن تداخل الأوربيتالات الذرية للذرات المختلفة المكونة للجزىء.

(٧) رابطة تنشأ من تداخل أوربيتالين ذريين مع بعضهما بالرأس.

(٨) رابطة تنشأ من تداخل أوربيتالين ذريين مع بعضهما بالجنب.

(٩) رابطة كيميائية تنشأ بين ذرتين إحداهما مانحة تحمل زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة والأخرى مستقبلة بها أوربيتال فارغ.

(١٠) أيون يتكون من ارتباط جزىء الأمونيا مع أيون هيدروچين موجب (بروتون).

(١١) أيون ينشأ من ارتباط جزىء ماء بأيون هيدروچين موجب.

٢ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) النظرية التى افترضت أن الرابطة التساهمية تتكون نتيجة تداخل أوربيتال ذرى لأحد الذرات مع أوربيتال ذرى لذرة أخرى بكل منهما إلكترون مفرد هى ....

(أ) قاعدة الثمانيات. (ب) نظرية رابطة التكافؤ.
(ج) نظرية الأوربيتالات الجزيئية. (د) التهجين.

(٢) تحتوى ذرة الكربون المثارة على .... إلكترون مفرد.

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

(٣) الأوربيتالات المهجنة sp^3 تنتج من تداخل ....

(أ) أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتالين من المستوى الفرعى p
(ب) أوربيتالين المستوى الفرعى s مع أوربيتالين من المستوى الفرعى p
(ج) أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتالات المستوى الفرعى p الثلاثة.
(د) أوربيتال المستوى الفرعى s مع أوربيتال المستوى الفرعى p

(٤) التهجين الحادث فى ذرة كربون جزىء الميثان من النوع ....

(a) dsp^2 (b) sp^3 (c) sp^2 (d) sp

(٥) الرابطة $(C-H)$ فى الميثان تنشأ من تداخل الأوربيتالين ....

(أ) s مع sp (ب) s مع sp^2 (ج) s مع sp^3 (د) sp مع sp

(٦) الرابطة باى (π) بين ذرتى الكربون فى جزىء الإيثيلين تنشأ من تداخل الأوربيتالين ....

(أ) sp^2 مع s (ب) p_y مع p_y (ج) sp^2 مع sp^2 (د) p_z مع p_z

(٧) من خصائص الأوربيتالات المهجنة sp ....

(أ) عددها ثلاثة فقط. (ب) خطية الاتجاه فقط.
(ج) عددها اثنان فقط. (د) خطية الاتجاه وعددها اثنان.

(٨) الزاوية بين الأوربيتالات المهجنة sp فى جزىء الأسيتيلين تساوى ....

(a) 180° (b) 109.5° (c) 120° (d) 107°

(٩) الرابطة سيجما (σ) بين ذرتى الكربون فى جزىء C_2H_2 تنشأ من تداخل الأوربيتالات .... بالرأس.

(أ) s مع sp (ب) sp مع sp • (ج) sp^2 مع sp^2 (د) sp^3 مع sp^3

(١٠) فى جزىء الأسيتيلين ....

(أ) الرابطة بين ذرتى الكربون ثنائية (رابطة سيجما و رابطة باى).
(ب) الرابطة بين ذرتى الكربون أحادية.
(ج) يحدث تهجين sp لذرتى الكربون.
(د) يحدث تهجين sp^2 لذرتى الكربون.

(١١) تتكون رابطة .... عند ارتباط جزىء نشادر مع بروتون موجب.

(أ) أيونية (ب) تناسقية (ج) تساهمية (د) فلزية

٣ علل لما يأتى :

(١) يختلف شكل الأوربيتالات المهجنة عن الأوربيتالات النقية.

(٢) الرابطة سيجما أقوى من الرابطة باى.

(٣) الزاوية بين الأوربيتالين المهجنين فى جزىء C_2H_2 تساوى 180°

(٤) الرابطة التناسقية تعتبر نوعًا خاصًا من الرابطة التساهمية.

(٥) لا توجد أيونات هيدروچين موجبة (بروتونات) منفردة فى المحاليل المائية للأحماض القوية.

(٦) تكون رابطة تناسقية فى أيون الأمونيوم.

أسئلـــة الاختيـــار من متعـدد

١ طبقًا لنظرية رابطة التكافؤ، أيًا من الأوربيتالات الآتية يحدث بينها تداخل لتكوين جزىء البروم Br_2 ؟ ....

[Br = 35]

ⓐ $3s$ ⓑ $3p$ ⓒ $4s$ ⓓ $4p$

٢ يمكن حدوث تهجين بين أوربيتالات المستويات الفرعية ....

ⓐ $1s$, $1p$ ⓑ $2s$, $2p$ ⓒ $5s$, $3d$ ⓓ $4d$, $3p$

٣ الجزيئات التى يكون التهجين فيها من النوع sp^3 ، يكون شكلها الفراغى ....

(أ) رباعى الأوجه. (ب) هرم ثلاثى. (جـ) مثلث مستوى. (د) زاوى.

٤ ما قيمة الزاوية بين الروابط فى جزىء BF_3 ؟ ....

ⓐ $90°$ ⓑ $109.5°$ ⓒ $120°$ ⓓ $180°$

٥ فى جزىء OF_2 ، تكون الزاوية بين الروابط ....

ⓐ $109.5°$ ⓑ $> 109.5°$ ⓒ $< 109.5°$ ⓓ $180°$

٦ أيًا من الأشكال الآتية تعبر عن تداخل الأوربيتالات لتكوين الرابطة π ؟ ....

ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ

٧ ما التغير الحادث فى مقدار الزاوية بين الأوربيتالات المهجنة عندما يتغير التهجين من sp^3 إلى sp^2 إلى sp ؟ ....

(أ) تقل. (ب) لا تتغير. (جـ) تزداد. (د) تقل ثم تزداد.

٨ الشكل الفراغى للجزىء المكون من 3 ذرات لا يمكن أن يكون خطيًا إذا كان التهجين فى الذرة المركزية من النوع ....

(أ) sp فقط. (ب) sp^2 فقط. (جـ) sp^3 فقط. (د) sp^2 أو sp^3

٩ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن أنواع الروابط فى جزيئات الأكسچين والنيتروچين والهيدروچين ؟ ....

الاختيارات	جزىء الأكسچين	جزىء النيتروچين	جزىء الهيدروچين
(أ)	رابطة سيجما و رابطة باى	رابطة سيجما و رابطة باى	رابطة سيجما
(ب)	رابطة سيجما و رابطة باى	رابطة سيجما و رابطتين باى	رابطة سيجما
(جـ)	رابطتين سيجما و رابطة باى	رابطة سيجما و رابطتين باى	رابطة باى
(د)	رابطتين سيجما و رابطة باى	رابطتين سيجما و رابطة باى	رابطة باى

١٠ الرابطة التساهمية الثنائية بين ذرتى الكربون فى جزىء البروبلين تتكون من رابطة سيجما ورابطة باى، ما الاختيار المعبر عن الأوربيتالات المتداخلة لتكوين هاتين الرابطتين ؟ ....

الاختيارات	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ
الرابطة σ	sp^2-sp^2	sp^2-sp^2	sp^3-sp^3	sp^3-sp^3
الرابطة π	p_z-p_z	sp^2-sp^2	p_z-p_z	sp^2-sp^2

١١ التهجين فى جزىء النشادر $\ddot{N}H_3$ يكون من النوع ....

ⓐ sp^3 ⓑ sp^2 ⓒ sp ⓓ dsp^2

١٢ فى حالة التهجين sp^2 يكون ترتيب أزواج الإلكترونات فى الفراغ ....

(أ) خطى. (ب) مثلث مستوى. (جـ) رباعى الأوجه. (د) زاوى.

١٣ تهجين ذرة الكربون فى جزىء CO_2 من النوع ....

ⓐ sp ⓑ sp^2 ⓒ sp^3 ⓓ dsp^3

١٤ ما عدد الروابط سيجما فى المركب المقابل ؟ ....

$CH_2=CH-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-CH_2-CH=CH_2$

ⓐ 15 ⓑ 17 ⓒ 18 ⓓ 21

١٥ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن عدد الروابط فى جزىء $H_2C=C=CH_2$ ؟ ....

الاختيارات	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ
عدد الروابط سيجما	4	6	2	6
عدد الروابط باى	2	4	6	2

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

١٦ ما مجموع أعداد كل من الروابط سيجما و باى فى الجزىء الواحد من المركب : HCCCCCN ؟ ....

ⓐ 6 ⓑ 9 ⓒ 10 ⓓ 12

١٧ جزىء .... يمكنه تكوين روابط تناسقية.

ⓐ $Z \cdot\cdot X \vdots\vdots X \cdot\cdot Z$ ⓑ $Z \cdot\cdot Z$ ⓒ $Z \cdot\cdot \ddot{Y} \cdot\cdot Z$ (مع Z أسفل Y) ⓓ $Z \cdot\cdot X \cdot\cdot Z$ (مع Z أعلى وأسفل X)

١٨ عند إذابة غاز HCl فى الماء، يتكون بين أيون الهيدروچين الموجب وجزىء الماء رابطة ....

(أ) تساهمية. (ب) أيونية. (جـ) هيدروچينية. (د) تناسقية.

١٩ كل المركبات الآتية يمكن أن تكون رابطة تناسقية، عدا المركب ....

ⓐ PH_3 ⓑ HCl ⓒ NH_3 ⓓ H_2O

٢٠ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن الارتباط الصحيح فى أيون الأمونيوم NH_4^+ ؟ ....

• إلكترون N
× إلكترون H

(a) $\left[H:\overset{H}{\underset{H}{N}}\rightarrow H\right]^+$ (b) $\left[H:\overset{H}{\underset{H}{N}}\rightarrow H\right]^+$ (c) $\left[H:\overset{H}{\underset{H}{N}}\rightarrow H\right]^+$ (d) $\left[H:\overset{H}{\underset{H}{N}}\leftarrow H\right]^+$

أسئلة مقالية

٢١ ادرس المركب الموضح أمامك، ثم أجب عما يأتى :

(١) استنتج عدد كل من أزواج إلكترونات الارتباط والأزواج الحرة.

(٢) ما نوع تهجين ذرة الكربون ؟

(٣) هل يذوب المركب فى الماء أم لا ؟ مع التفسير.

CH_4 (C مرتبطة بأربع ذرات H)

٢٢ فى المركبات التالية اذكر نوع التهجين الحادث فى أوربيتالات ذرة الكربون(١) فى كل مركب، ثم حدد قيمة الزاوية بين الروابط حول الذرة :

(1) : $\overset{(3)}{C}H_3-\overset{(2)}{C}\equiv\overset{(1)}{C}H$ (2) : $\overset{(3)}{C}H_3-\overset{(2)}{C}H=\overset{(1)}{C}H_2$ (3) : $\overset{(3)}{C}H_3-\overset{(2)}{C}H_2-\overset{(1)}{C}H_3$

٢٣ رتب الجزيئات الآتية تصاعديًا «حسب مقدار الزاوية بين الأوربيتالات المهجنة» :

(C_2H_6 / C_2H_2 / C_2H_4)

٢٤ المركب الذى صيغته الجزيئية $C_3H_4Br_2$ يمكن أن يتواجد فى عدة صور مختلفة، ارسم الصيغة البنائية التى توضح الروابط سيجما وباى فى هذه الصور الأربعة من هذا المركب :

(1) : $CH_2CHCHBr_2$ (2) : CH_3CHCBr_2

(3) : CH_2CBrCH_2Br (4) : CBr_2CHCH_3

٢٥ أربعة عناصر D ، C ، B ، A أعدادها الذرية 1 ، 6 ، 17 ، 19 على الترتيب :

(١) ما نوع الرابطة الناتجة من اتحاد :

١- ذرتين من العنصر C

٢- ذرة من العنصر D مع ذرة من العنصر C

٣- ذرة من العنصر A مع ذرة من العنصر C

(٢) اذكر اسم المركب ونوع التهجين الحادث عند ارتباط :

١- ذرة من العنصر B مع أربع ذرات من العنصر A

٢- ذرتان من العنصر B مع أربع ذرات من العنصر A

٣- ذرتان من العنصر B مع ذرتان من العنصر A

٢٦ ادرس المركب المقابل، ثم احسب عدد كل مما يأتى فى الجزىء من هذا المركب :

$CH_2=CH-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

(١) عدد الروابط σ

(٢) عدد الروابط π

(٣) عدد أزواج الإلكترونات الحرة.

[C = 6 , H = 1 , O = 8]

٢٧ لماذا يتميز الأسيتيلين بأنه أكثر نشاطًا كيميائيًا من الإيثيلين ؟

٢٨ حدد نوع الروابط فى مركب كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$.

كتاب الامتحان
طريقك للتفوق
Go
نماذج على الفصل الدراسى
Steady
أسئلة open book على الدرس والباب
Ready
أسئلة تمهيدية على الدرس

الروابط الفيزيائية

* يتضمن هذا الدرس دراسة الروابط الفيزيائية التالية :

أولاً الرابطة الهيدروچينية — ثانياً الرابطة الفلزية

أولاً الرابطة الهيدروچينية

* كان من المتوقع أن تكون :

درجة غليان كبريتيد الهيدروچين H_2S (كتلته المولية = 34 g/mol)
أعلى من درجة غليان الماء H_2O (كتلته المولية = 18 g/mol).
على أساس أن :
درجة غليان هيدريدات عناصر المجموعة الواحدة،
تزداد بزيادة كتلتها الجزيئية.

المجموعة 6A
$_8O$ $1s^2 , 2s^2 , 2p^4$
$_{16}S$ [Ne] , $3s^2 , 3p^4$

* إلا أنه من المعروف أن درجة غليان الماء (100°C) مرتفعة جدًا، إذا ما قورنت بدرجة غليان كبريتيد الهيدروچين (-61°C)، رغم أن الأكسچين يسبق الكبريت فى المجموعة 6A من الجدول الدورى.

درجات غليان هيدريدات عناصر المجموعة 6A

* ويفسر شذوذ درجة غليان الماء إلى تجاذب جزيئاته مع بعضها البعض عن طريق ما يعرف بالرابطة الهيدروچينية أو القنطرة الهيدروچينية (حسب التعبير الحديث) وهى رابطة فيزيائية تنشأ بين ذرة هيدروچين مرتبطة فى رابطة قطبية [مثل (F – H) ، (O – H) ، (N – H)] مع زوج إلكترونات حر لذرة أخرى مرتبطة، سالبيتها الكهربية مرتفعة.

* يلزم لتكون الرابطة الهيدروچينية وقوع ذرة الهيدروچين بين ذرتين مرتفعتين فى السالبية الكهربية.

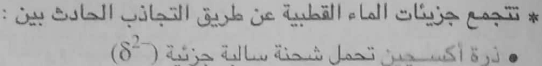
> ذرات الفلور F والأكسچين O والنيتروچين N ذرات مرتفعة السالبية الكهربية

* جميع المركبات ذات الروابط الهيدروچينية مركبات قطبية تذوب فى المذيبات القطبية كالماء.

* أمثلة على الرابطة الهيدروچينية :

(١) الرابطة بين جزيئات فلوريد الهيدروچين HF
(٢) الرابطة بين جزيئات الماء H_2O
(٣) الرابطة بين جزيئات النشادر NH_3

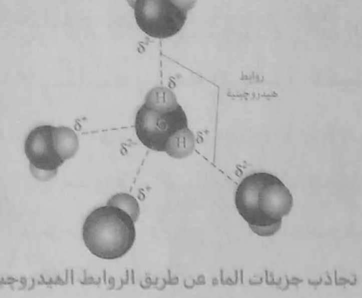




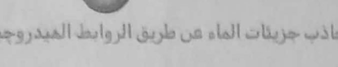
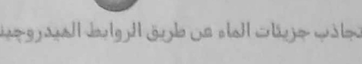
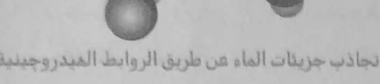
تطبيق الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الماء

* تتجمع جزيئات الماء القطبية عن طريق التجاذب الحادث بين :
  - ذرة أكسچين تحمل شحنة سالبة جزئية (δ^{2-}) فى أحد الجزيئات.
  - ذرة هيدروچين تحمل شحنة موجبة جزئية (δ^{+}) فى جزىء آخر،

فتعمل ذرة الهيدروچين كقنطرة أو جسر يصل بين ذرتى أكسچين لهما سالبية كهربية عالية، فتقترب الجزيئات من بعضها، بدرجة يمكن معها اعتبار ذرة الهيدروچين كقنطرة تربط الجزيئات معًا.



تجاذب جزيئات الماء عن طريق الروابط الهيدروچينية

ملحوظة

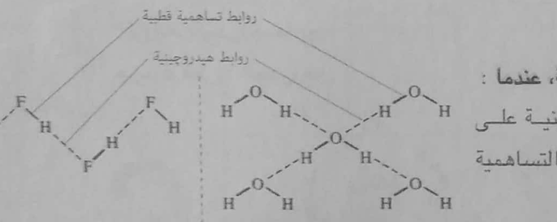
يفسر ارتفاع درجة غليان الماء إلى
استهلاك قدر كبير من الطاقة الحرارية فى تكسير الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الماء

قوة الرابطة الهيدروچينية

* رغم التأثير الواضح للرابطة الهيدروچينية على الخواص الفيزيائية للمركبات (كالماء)، إلا أن قوة الرابطة الهيدروچينية بين الجزيئات تكون أضعف بكثير من قوة الرابطة التساهمية، لأن الرابطة الهيدروچينية أكثر طولاً من الرابطة التساهمية وكلما ازداد طول الرابطة ضعفت قوتها.

	الرابطة التساهمية		الرابطة الهيدروچينية
طول الرابطة	1 Å	>	3 Å
قوة الرابطة	418 kJ/mol	<	21 kJ/mol

* تزداد قوة الرابطة الهيدروچينية، عندما :
  - تتواجد الرابطة الهيدروچينية على استقامة واحدة مع الرابطة التساهمية القطبية، كما فى حالتى
    - جزيئات الماء H_2O
    - جزيئات فلوريد الهيدروچين HF



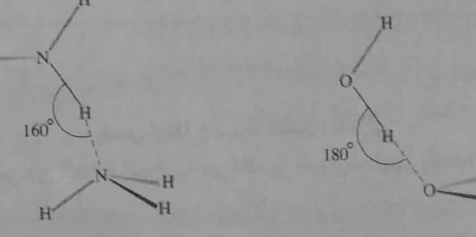
الروابط الهيدروچينية على استقامة واحدة مع الروابط التساهمية القطبية
فى جزيئات H_2O — فى جزيئات HF

  - يزداد الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرة الهيدروچين والذرة الأخرى المرتبطة معها بالرابطة التساهمية القطبية.

ملاحظات

(١) الروابط الهيدروچينية بين جزيئات فلوريد الهيدروچين أقوى من تلك التى بين جزيئات الماء.
لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى الفلور والهيدروچين أكبر مما بين ذرتى الأكسچين والهيدروچين، وقوة الرابطة الهيدروچينية تزداد بزيادة الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرة الهيدروچين والذرة الأخرى المرتبطة معها بالرابطة التساهمية القطبية.

(٢) الرابطة الهيدروچينية بين جزيئات الماء أقوى من تلك التى بين جزيئات الأمونيا.
لأن الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى الأكسچين والهيدروچين أكبر مما بين ذرتى النيتروچين والهيدروچين، ولوجود الرابطة الهيدروچينية على استقامة واحدة مع الرابطة التساهمية القطبية فى حالة الماء، وهو ما لا يتحقق فى حالة الأمونيا.

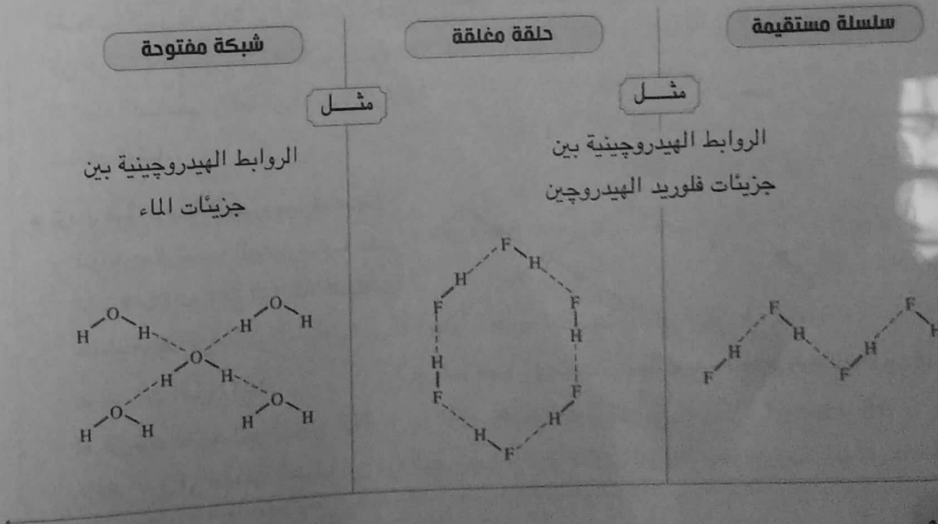


قوة الرابطة الهيدروچينية فى الماء > قوة الرابطة الهيدروچينية فى الأمونيا

أشكال المركبات ذات الروابط الهيدروچينية

* تأخذ المركبات ذات الروابط الهيدروچينية أشكالًا متعددة، فقد تكون على شكل :

سلسلة مستقيمة	حلقة مغلقة	شبكة مفتوحة
مثل		مثل
الروابط الهيدروچينية بين جزيئات فلوريد الهيدروچين		الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الماء



ثانيًا الرابطة الفلزية

* لكل فلز شبكة بللورية تترتب فيها أيونات الفلز الموجبة بشكل معين، وتحيط بها سحابة من إلكترونات التكافؤ (إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى) وهو ما يقلل من قوى التنافر بينها ويعرف هذا التجمع من أيونات الفلز الموجبة وإلكترونات التكافؤ باسم الرابطة الفلزية.

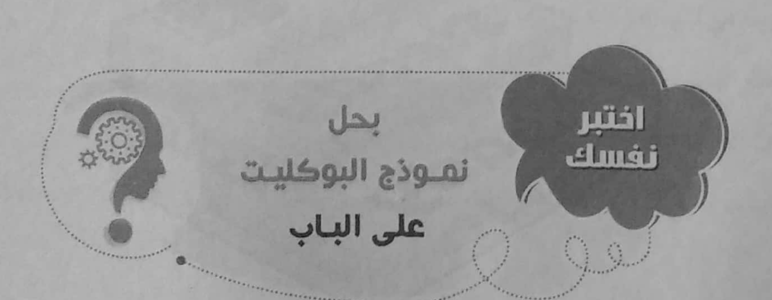
أيونات موجبة
سحابة إلكترونات التكافؤ

الرابطة الفلزية
«تُشبه الأيونات الموجبة بقوالب الطوب وسحابة إلكترونات التكافؤ بالأسمنت الذى يربط القوالب ببعضها»

* ويرجع التوصيل الحرارى والكهربى للفلزات إلى حرية حركة إلكترونات التكافؤ.

الإلكترونات الداخلة إلى المعدن من البطارية
قضيب معدنى
إلكترونات التكافؤ
الإلكترونات الخارجة من المعدن إلى البطارية
أيونات موجبة

يرجع التوصيل الكهربى للفلزات إلى حرية حركة إلكترونات تكافؤها



قوة الرابطة الفلزية

* يلعب عدد إلكترونات التكافؤ فى ذرة الفلز دورًا هامًا فى قوة الرابطة الفلزية، فكلما ازداد عدد إلكترونات التكافؤ فى ذرة الفلز، كلما ازدادت قوة الرابطة الفلزية، وبالتالى تصبح الذرات أكثر تماسكًا فى البللورة فيكون الفلز أكثر صلابة وتكون درجة انصهاره مرتفعة.

* والجدول التالى يوضح العلاقة بين عدد إلكترونات التكافؤ و خواص فلزات عناصر الدورة الثالثة :

العنصر	الصوديوم $_{11}Na$	الماغنسيوم $_{12}Mg$	الألومنيوم $_{13}Al$
التوزيع الإلكترونى	$[Ne], 3s^1$	$[Ne], 3s^2$	$[Ne], 3s^2, 3p^1$
عدد إلكترونات التكافؤ	1	2	3
الصلابة على مقياس موهس	0.5 (لين يسهل قطعه بالسكين)	2.5 (طرى يسهل ثنيه)	2.75 (صلب يسهل تشكيله)
درجة الانصهار	98°C	650°C	660°C

للاطلاع فقط

* الصلابة : قوة المعدن على مقاومة الخدش، وقد وضع العالم فردريك موهس مقياسًا لها.
* صلابة التلك : 1 (يمكن حكه بالظفر)، وصلابة الماس : 10 (لا يمكن خدشه بأى معدن آخر).



Ready أسئلة تمهيدية تقيس مستوى التذكر فقط

أجب بنفسك

١ اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) رابطة تتكون عندما تقع ذرة هيدروجين بين ذرتين لهما سالبية كهربية مرتفعة.

(٢) رابطة تنشأ من سحابة إلكترونات التكافؤ الحرة المحيطة بأيونات الفلز الموجبة فى الشبكة البللورية للفلز والتى تقلل من قوى التنافر بينها.

٢ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) الروابط التى تتكون بين جزيئات الماء وبعضها روابط ....

ⓐ هيدروچينية. ⓑ أيونية.
ⓙ تناسقية. ⓓ فلزية.

(٢) طول الرابطة الهيدروچينية ....

ⓐ أكبر من طول الرابطة التساهمية. ⓑ أصغر من طول الرابطة التساهمية.
ⓙ تساوى طول الرابطة التساهمية. ⓓ تساوى طول الرابطة الأيونية.

(٣) يلعب عدد إلكترونات التكافؤ فى ذرة الفلز دورًا هامًا فى تحديد قوة الرابطة ....

ⓐ الأيونية. ⓑ الفلزية.
ⓙ التساهمية. ⓓ التناسقية.

٣ علل لما يأتى :

(١) يغلى الماء عند 100°C، بينما يغلى كبريتيد الهيدروچين عند −61°C بالرغم من أن الأكسچين يسبق الكبريت فى المجموعة 6A من الجدول الدورى.

(٢) الرابطة الهيدروچينية أضعف من الرابطة التساهمية.

(٣) ضعف الرابطة الفلزية بين ذرات المجموعة الأولى من الجدول الدورى الحديث.

(٤) الألومنيوم $_{13}Al$ أكثر صلابة ودرجة انصهاره أعلى من الصوديوم $_{11}Na$ بالرغم من كونهما فلزان.

Steady

أسئلـــــة Open book

مجاب عنها

أسئلـة الاختيـار من متعـدد

١ تنشأ روابط هيدروجينية بين جميع الجزيئات الآتية، عدا ....

ⓐ HF ⓑ NH_3 ⓒ HCl ⓓ H_2O

٢ توجد روابط .... فى عينة من الماء.

ⓐ هيدروجينية فقط ⓑ أيونية فقط
ⓒ تساهمية فقط ⓓ تساهمية و هيدروجينية

٣ الروابط الهيدروجينية تكون أقوى ما يمكن بين جزيئات ....

ⓐ HBr ⓑ HF ⓒ HCl ⓓ HI

٤ افترض ثلاثة طلاب ثلاثة عوامل مؤثرة فى قوة الرابطة الهيدروجينية :

- العامل (١) : الزاوية بين الرابطة الهيدروجينية والرابطة القطبية لنفس الجزىء.
- العامل (٢) : عدد أزواج إلكترونات الارتباط فى الذرة المركزية.
- العامل (٣) : الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرة الهيدروجين والذرة الأخرى المرتبطة بها.

أيًا من هذه الافتراضات صحيحة ؟ ....

ⓐ (١)، (٢). ⓑ (١)، (٣). ⓒ (٢)، (٣). ⓓ (١)، (٢)، (٣).

٥ تقع العناصر $_{12}Mg$ ، $_{14}Si$ ، $_{16}S$ ، $_{17}Cl$ فى الدورة الثالثة من الجدول الدورى
أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن التدرج الصحيح فى درجة انصهار هذه العناصر ؟ ....

الاختيارات	درجة الانصهار الأقل		⟵ درجة الانصهار الأعلى	
ⓐ	Cl	S	Mg	Si
ⓑ	Cl	S	Si	Mg
ⓒ	Mg	Si	S	Cl
ⓓ	Si	Mg	S	Cl

٦ الشكل البيانى المقابل يوضح درجات انصهار عدة عناصر من بينها الصوديوم $_{11}Na$
أيًا من الحروف الموضحة على الشكل تعبر عن عنصر الصوديوم ؟ ....

درجة الانصهار
العدد الذرى
A B C D

ⓐ A ⓑ B
ⓒ C ⓓ D

٧ أيًا من الأشكال الآتية تعبر عن 6 جزيئات من HF مرتبطة ببعضها بروابط هيدروجينية ؟ ....

(1) (2) (3) (4)

ⓐ (1) , (2) ⓑ (2) , (3) ⓒ (3) , (4) ⓓ (1) , (3)

٨ أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن العلاقة بين نصف القطر الذرى للعناصر $_{12}Mg$ ، $_{13}Al$ ، $_{14}Si$ ، $_{15}P$ ودرجة انصهارها ؟ ....

نصف القطر الذرى
درجة الانصهار

ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ

٩ الشكل المقابل يمثل مقطعًا من الجدول الدورى،
أيًا من أزواج العناصر الآتية، درجة صلابتها تساوى 0.5 على مقياس موهس ؟ ....

1 2 3 4 5 6 7 8

ⓐ 1 , 2 ⓑ 3 , 4
ⓒ 5 , 6 ⓓ 7 , 8

أسئلـة مقاليـة

١٠ اكتب أسفل كل شكل من الأشكال الآتية ما يناسبه مما يلى :

(ألومنيوم / ميثان / جرافيت / كلوريد صوديوم)

(١) .... (٢) .... (٣) .... (٤) ....

١١ ما التفسير العلمى لكون الروابط الهيدروجينية بين جزيئات فلوريد الهيدروجين أقوى من تلك التى بين جزيئات الماء ؟

١٢ لماذا تتميز جزيئات الماء بقدرتها على تكوين روابط هيدروجينية وأخرى تناسقية فى المحاليل المائية للأحماض ؟

١٣ إذا كان لديك درجتى غليان (15°C) ، (−90°C)، فأيهما تتوقع أن تكون درجة غليان HCl وأيهما درجة غليان HF ؟ مع التعليل.

١٤ الشكل المقابل يوضح نوعان من الروابط :

(١) اذكر نوع كل من الرابطتين (١) ، (٢).

(٢) قارن بين الرابطتين (١) و (٢)

«من حيث : الطول - القوة».

(١) O–H ... (٢) H–O–H

١٥ أمامك ثلاثة مركبات عضوية :

(1) CH_3-CHO (2) CH_3-O-CH_3 (3) $HCOOH$

أيًا من هذه المركبات ترتبط مع بعضها بروابط هيدروجينية ؟ مع التوضيح بالرسم.

حل أسئلة

1 Ready للتأكد من استيعابك للنقاط الأساسية للدرس

2 Steady للتأكد من مدى فهمك وليس حفظك

3 Go للتدريب على نماذج الامتحانات

لضمان التفوق

نموذج بوكليت على الباب الثالث

مجاب عنه





اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من ١ : ٢١ (٢١ درجة)

١ أيًا من هذه الجزيئات تحتوى على 6 إلكترونات ارتباط ؟ ....

(a) C_2H_4 (b) H_2S (c) NCl_3 (d) SF_6

٢ أيًا من المركبات الآتية يستحيل تفسير تركيبها الصحيح بدون الأوربيتالات المهجنة ؟ ....

(a) H_2 (b) CH_4 (c) NH_3 (d) H_2O

٣ أيًا من هذه الروابط تعتبر أكثر قطبية ؟ ....

العنصر	N	Bi	Sb	As	P
السالبية الكهربية	3	1.8	1.9	2	2.1

(a) N – Bi (b) N – Sb (c) N – As (d) N – P

٤ الرابطة بين الفلور و الأكسجين تعتبر ضعيفة نسبيًا بسبب ....

(أ) قوى التنافر بين أزواج الإلكترونات الحرة فى ذرة كل منهما.

(ب) كبر نصف القطر الذرى للأكسچين.

(جـ) ارتفاع السالبية الكهربية للفلور.

(د) الارتباط الأيونى بينهما.

٥ ما الأيون الذى يصعب وجوده فى الطبيعة ؟ ....

(a) Li^+ (b) F^- (c) Fe^{2+} (d) Ne^-

٦ ما الاختيار المعبر عن التدرج التصاعدى فى الزوايا بين الروابط فى هذه المركبات ؟ ....

(a) $CH_4 \longrightarrow BF_3 \longrightarrow NH_3$

(b) $H_2O \longrightarrow CO_2 \longrightarrow BF_3$

(c) $NH_3 \longrightarrow CH_4 \longrightarrow CO_2$

(d) $NH_3 \longrightarrow CH_4 \longrightarrow H_2O$

٧ فى جزىء CS_2 ترتبط ذرة الكربون المركزية مع ذرتى كبريت بـ ....

(أ) رابطة σ (ب) رابطة σ وأخرى π

(جـ) رابطتين π (د) رابطتين σ

٨ أيًا من الاختيارات الآتية تعتبر صحيحة ؟ ....

الاختيارات	الجزىء	عدد الإلكترونات الحرة	عدد إلكترونات الارتباط	الشكل الفراغى للجزىء
(a)	SO_2	2	6	زاوى
(b)	BF_3	6	6	هرم ثلاثى القاعدة
(c)	NH_3	1	3	هرم ثلاثى القاعدة
(d)	H_2S	4	4	زاوى

٩ ما عدد الإلكترونات المفردة فى نموذج لويس النقطى لذرة الكبريت $_{16}S$ ؟ ....

(a) zero (b) 1 (c) 2 (d) 4

١٠ تبعًا للنظرية الإلكترونية للتكافؤ فإن عنصر الفوسفور $_{15}P$ يكون غالبًا الأيون ....

(a) P^{3+} (b) P^{3-} (c) P^{5+} (d) P^{5-}

١١ الرابطة الأيونية تنشأ بين ....

(أ) كاتيون مصدره لافلز وأنيون مصدره فلز.

(ب) فلز حجمه الذرى كبير ولافلز ميله الإلكترونى كبير.

(ج) عنصرين لهما نفس التركيب الإلكترونى.

(د) أى عنصرين من المجموعتين 6A ، 7A

١٢ أيًا من إلكترونات الأوربيتالات التالية فى الكربون لا تشترك فى تكوين الرابطة C – C فى جزىء الإيثان C_2H_6 ؟ ....

(أ) $1s$ فقط. (ب) $2s$ فقط. (ج) $2p$ فقط. (د) $1s$ ، $2s$

١٣ ما نوع التهجين الحادث فى ذرة الكربون فى المركب $H-C\equiv N$ ؟ ....

(a) sp (b) sp^2 (c) sp^3 (d) dsp^2

١٤ أمامك مركبين من المركبات العضوية الشهيرة، أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن احتمالية ارتباط جزيئات كل منهما مع بعضها بروابط هيدروجينية ؟ ....

```
   H   H   H   H
   |   |   |   |
H- C - C - C - C -O-H
   |   |   |   |
   H   H   H   H
```
كحول

```
   H   H    O
   |   |   //
H- C - C - C
   |   |    \
   H   H     O-H
```
حمض عضوى

الاختيارات	a	b	c	d
الكحول	✓	✓	×	×
الحمض	✓	×	✓	×

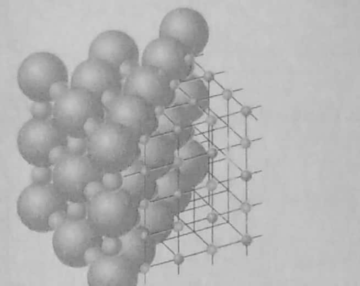
١٥ أيًا من الاختيارات الآتية توضح عدد كل نوع من الروابط التساهمية فى جزىء H_3PO_4 ؟ ....
«علمًا بأن عدد تأكسد الفوسفور فى هذا المركب يساوى 5+»

الاختيارات	a	b	c	d
P = O	3	1	1	2
P – O	3	1	3	2
O – H	3	3	3	2

١٦ أيًا من هذه الاختيارات تتضمن زوج مركبات أو أيونات يحتوى على روابط تساهمية وتناسقية معًا ؟ ....

(a) NH_3 , NH_4^+ (b) PH_4^+ , H_3O^+
(c) H_3O^+ , H_2O (d) H_2O , HCl

١٧ الشكل المقابل يعبر عن ترتيب الأيونات فى إحدى الشبكات البللورية، ما الاحتمال المتوقع لمقدار الفرق فى السالبية الكهربية بين الأنيون والكاتيون المكونين لهذه الشبكة البللورية ؟ ....



(a) 0.5 (b) 0.9
(c) 1 (d) 2.1

١٨ يمكن تطبيق نظرية رابطة التكافؤ على الارتباط الحادث فى جزىء ....

(a) KBr (b) BeF_2 (c) C_2H_4 (d) C_2H_6

١٩ فيما يتشابه جزىء كل من الأمونيا والماء ؟ ....

(أ) قيمة الزاوية بين الروابط المكونة لكل منهما.

(ب) عدد ذرات كل جزىء.

(ج) نوع الارتباط التساهمى بين الذرات.

(د) فرق السالبية بين العناصر المكونة لكل منهما.

٢٠ يتفاعل العنصر (X) مع حمض الهيدروكلوريك المخفف مكونًا الملح (Y) مع تصاعد غاز الهيدروجين، ما نوع الترابط فى كل من العنصر (X) والملح (Y) ؟ ....

الاختيارات	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
العنصر (X)	تساهمية	فلزية	فلزية	تساهمية
الملح (Y)	تساهمية	أيونية	تساهمية	أيونية

٢١ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن الجزىء الموضح بالشكل المقابل ؟ ....

```
     H   O
     |   ||      H
Cl - C - C - N <
     |           H
     H
```

(أ) الرابطة N – H غير قطبية.

(ب) كل ذرات العناصر المكونة للجزىء تطبق عليها قاعدة الثمانيات.

(ج) لا يحتوى الجزىء على روابط نقية.

(د) يحتوى الجزىء على 9 روابط من النوع سيجما.

٢٢ أكمل العبارة الآتية بما يناسبها من الرموز W ، Z ، Y ، X
فى جزىء فلوريد الهيدروچين الموضح بالشكل المقابل، تكون قوى التنافر بين
(الزوج (X) والزوج ....) > (الزوج .... والزوج ....).

H : F : (Z) ، (W) ، (X) ، (Y)

....

١ درجة

٢٣ ارسم تركيب جزىء $AlCl_3$ موضحًا عليه التوزيع النقطى لأزواج إلكترونات التكافؤ.

....

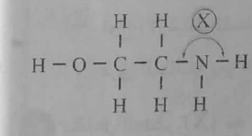
١ درجة

٢٤ لماذا يوصل الألومنيوم $_{13}Al$ التيار الكهربى بدرجة أفضل من توصيل البوتاسيوم $_{19}K$ ؟

....

١ درجة

٢٥ فى الجزىء الموضح بالشكل المقابل :



(١) ما عدد أزواج الإلكترونات الحرة فى الجزىء ؟

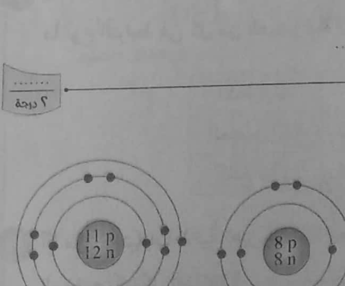
....

(٢) ما مقدار الزاوية (X) ؟

....

٢ درجة

٢٦ الشكل المقابل يوضح التوزيع الإلكترونى لعنصرين (X) ، (Y) :



(١) ما نوع الارتباط الحادث بين ذرات العنصرين (X) ، (Y) عند تكوين مركب ؟ وما الصيغة الكيميائية لهذا المركب ؟

....

(٢) لماذا لا يمكن تطبيق نظرية تنافر أزواج الإلكترونات الحرة على المركب المتكون ؟

....

٢ درجة

٢٧ فى الجزىء الموضح بالشكل المقابل يكون الكربون ثلاث روابط من النوع σ ورابطة من النوع π :

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

(١) وضح بالرسم توزيع الإلكترونات فى ذرة الكربون المثارة وتوزيعها فى الذرة المهجنة، مع ذكر نوع التهجين الحادث.

....

(٢) حدد الأوربيتال المستخدم فى ذرة الكربون لتكوين الرابطة π

....

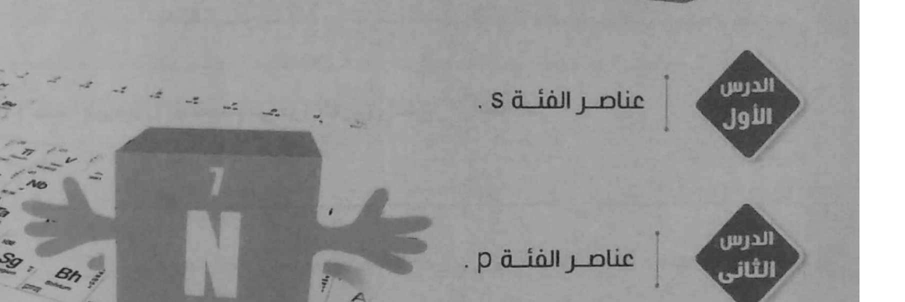
٢ درجة

الباب 4

العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة فى الجدول الدورى

الدرس الأول — عناصـر الفئـة s .

الدرس الثانى — عناصـر الفئـة p .



◆ نموذج بوكليت على الباب.

أهداف الباب

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف عناصر المجموعة الأولى (فلزات الأقلاء) وتركيبها الإلكترونى.
- يتعرف الخواص العامة لعناصر المجموعة الأولى.
- يستنتج طريقة استخلاص فلزات الأقلاء من خاماتها.
- يتعرف خواص هيدروكسيد الصوديوم.
- يجرى بعض التجارب العملية للكشف عن بعض الشقوق القاعدية.
- يتعرف طريقة تحضير كربونات الصوديوم فى المعمل و الصناعة.
- يتعرف عناصر المجموعة الخامسة وتركيبها الإلكترونى.
- يحدد الأعداد التأكسدية للنيتروجين فى مركبات مختلفة.
- يتعرف طرق تحضير النيتروجين فى المعمل وخواصه الطبيعية و الكيميائية.
- يتعرف طريقة تحضير غاز الأمونيا (النشادر) فى المعمل و الصناعة.
- يجرى تجربة للكشف عن غاز الأمونيا (النشادر).
- يقارن بين أنواع مختلفة من الأسمدة النيتروجينية (الآزوتية).
- يتعرف طريقة تحضير حمض النيتريك فى المعمل.
- يتعرف خواص حمض النيتريك.
- يميز بطريقة عملية بين أملاح النترات و أملاح النيتريت.
- يتعرف الأهمية الاقتصادية لعناصر المجموعة الخامسة.
- يراعى قواعد الأمن و السلامة فى المعمل.
- يقدر جهود العلماء فى خدمة وتقدم الإنسانية.

أهم المفاهيم

- الظاهرة الكهروضوئية.
- المادة المتميعة.
- ظاهرة التآصل.
- ظاهرة الخمول الكيميائى.

مفهوم المجموعات المنتظمة

* تعتبر عملية تصنيف العناصر فى دورات ومجموعات، من أهم أهداف دراسة الجدول الدورى، لتسهيل دراستها بشكل منظم.
* تسمى بعض مجموعات العناصر الممثلة بالمجموعات المنتظمة، لأن عناصرها تُظهر تدرجًا منتظمًا فى الخواص لا نجده فى العناصر الانتقالية.
* ويتناول هذا الباب دراسة العناصر الممثلة فى بعض المجموعات المنتظمة، وسوف يُكتفى منها بدراسة :
  - فلـزات المجموعة 1A (من عناصر الفئة s) فى الدرس الأول.
  - عناصر المجموعة 5A (من عناصر الفئة p) فى الدرس الثانى.

فلزات الأقلاء (عناصر المجموعة 1A)

* تُعرف فلزات هذه المجموعة بالفلزات القلوية (الأقلاء).

وترجع هذه التسمية إلى علماء المسلمين، حيث أطلقوا اسم القلى على مركبات الصوديوم والبوتاسيوم ثم نقل الأوروبيون هذه التسمية إلى لغاتهم فأصبحت Alkali وتوسعت هذه التسمية – فيما بعد – لتشمل جميع فلزات الأقلاء.

* تشتمل مجموعة الأقلاء على ستة عناصر، هى :

الرمز و العدد الذرى		التوزيع الإلكترونى
$_{3}Li$	الليثيوم	$1s^2, 2s^1$
$_{11}Na$	الصوديوم	$[Ne], 3s^1$
$_{19}K$	البوتاسيوم	$[Ar], 4s^1$
$_{37}Rb$	الروبيديوم	$[Kr], 5s^1$
$_{55}Cs$	السيزيوم	$[Xe], 6s^1$
$_{87}Fr$	الفرانسيوم	$[Rn], 7s^1$

موقع مجموعة الأقلاء فى الجدول الدورى

وجود عناصر الأقلاء فى الطبيعة

* أكثر عناصر الأقلاء انتشارًا :

الصوديوم		البوتاسيوم
يحتل الترتيب السادس	ترتيب انتشاره فى القشرة الأرضية	يحتل الترتيب السابع
الملح الصخرى NaCl	أهم خاماته	* كلوريد البوتاسيوم KCl الذى يوجد فى : • ماء البحر. • رواسب الكارناليت $(KCl.MgCl_2.6H_2O)$

الملح الصخرى



الكارناليت

* باقى فلزات مجموعة الأقلاء، نادرة الوجود.

عنصر الفرانسيوم

* عنصر مشع، تم اكتشافه عام 1946، كناتج لانحلال عنصر الأكتينيوم $^{227}_{89}Ac$

$$^{227}_{89}Ac \longrightarrow ^{223}_{87}Fr + ^{4}_{2}He$$

الأكتينيوم ← الفرانسيوم + دقيقة ألفا

* مقدار ما يمكن الحصول عليه من هذا العنصر ضئيل جدًا، لذلك لا نعرف عنه الكثير، فكل ما نعرفه عن عنصر الفرانسيوم :
  * عدده الذرى.
  * وزنه الذرى التقريبى.
  * صفاته تشبه صفات فلز السيزيوم.
  * فترة عمر النصف له ٢٠ دقيقة.

الخواص العامة لعناصر المجموعة الأولى (فلزات الأقلاء)

1. وجود إلكترون مفرد فى مستوى الطاقة الأخير لذراتها.
2. كبر أحجامها الذرية.
3. مركباتها تعطى ألوانًا مميزة عند الكشف الجاف عنها.
4. تتأثر بالهواء الجوى.
5. تتفاعل مع الماء.
6. تتفاعل مع الأكسجين.
7. تتفاعل مع الهيدروجين.
8. تتفاعل مع الأحماض.
9. تتفاعل مع اللافلزات.
10. معظم أملاحها الأكسجينية ثابتة حراريًا.

* وسوف نتعرض فيما يلى بشىء من التفصيل لهذه الخواص :

١ وجود إلكترون مفرد فى مستوى الطاقة الأخير لذرات فلزات الأقلاء

* تتميز كل عناصر المجموعة (1A) بوجود إلكترون واحد مفرد فى المستوى الأخير لذراتها (ns^1) ويترتب على ذلك، ما يلى :

(١) يقع كل عنصر من عناصر الأقلاء فى بداية دورة جديدة من دورات الجدول الدورى.

(٢) تُكوِّن أيونات عدد تأكسدها (+1) فقط.

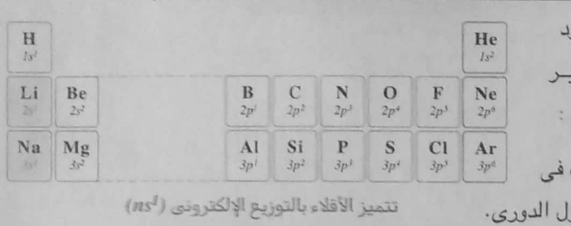
(٣) جهد تأينها الأول أصغر مما لباقى العناصر وهو ما يجعلها تتميز بنشاط كيميائى كبير لسهولة فقد إلكترون التكافؤ.

(٤) جهد تأينها الثانى كبير جدًا، **لأنه** يتسبب فى كسر مستوى طاقة تام الامتلاء بالإلكترونات (نظام إلكترونى مستقر).

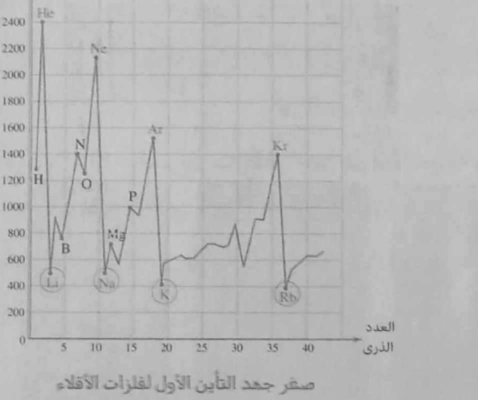
(٥) تعمل كعوامل مُختزلة قوية جدًا، **لقدرتها** على فقد إلكترون تكافؤها بسهولة.

(٦) معظم مركباتها أيونية، والتركيب الإلكترونى لأيون كل عنصر منها يشبه التركيب الإلكترونى للغاز النبيل الذى يسبقه فى الجدول الدورى.

(٧) ضعف قوة تماسك ذراتها، **لضعف** روابطها الفلزية الناتج عن احتواء غلاف تكافؤها على إلكترون واحد.



تتميز الأقلاء بالتوزيع الإلكترونى (ns^1)



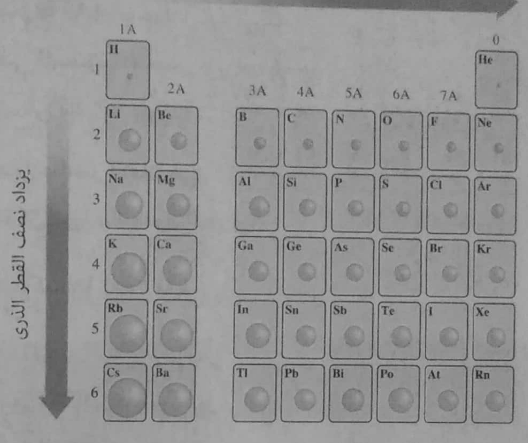
صغر جهد التأين الأول لفلزات الأقلاء

الصوديوم فلز لين لضعف رابطته الفلزية

ملحوظة

عناصر الأقلاء لينة ودرجة انصهارها وغليانها منخفضة لضعف روابطها الفلزية، لاحتواء غلاف تكافؤها على إلكترون واحد

٢ كبر الأحجام الذرية لفلزات الأقلاء



كبر أنصاف أقطار ذرات فلزات الأقلاء

* تُعتبر ذرات عناصر فلزات الأقلاء أكبر الذرات المعروفة حجمًا، حيث تعتبر ذرة كل عنصر منها هى الأكبر حجمًا فى الدورة الخاصة بها.
* يزداد الحجم الذرى فى مجموعة الأقلاء بزيادة العدد الذرى.
* يترتب على كبر الأحجام الذرية لفلزات الأقلاء ما يلى :

(١) سهولة فقد إلكترون التكافؤ، حيث أن زيادة نصف قطر الذرة يقلل من ارتباط الإلكترون بنواة الذرة، لهذا تعتبر فلزات الأقلاء أعلى الفلزات المعروفة إيجابية كهربية ونشاطًا كيميائيًا.

(٢) صغر قيم السالبية الكهربية لفلزات الأقلاء مقارنةً بسالبية العناصر الأخرى، لذا تكوِّن مع العناصر اللافلزية روابط أيونية قوية.

(٣) قلة كثافتها.

(٤) سهولة تحرر الإلكترونات من أسطح بعض فلزات الأقلاء – كالبوتاسيوم والسيزيوم – عند سقوط الضوء عليها وهو ما يعرف بالظاهرة الكهروضوئية.

تطبيق يدخل السيزيوم فى تركيب الخلايا الكهروضوئية.

لكبر نصف قطر ذرته وصغر جهد تأينه، وبالتالى سهولة تحرر إلكترون تكافؤه عند تعرضه للضوء.

٣ الكشف الجاف لعناصر الأقلاء



المنطقة غير المضيئة من لهب بنزن تمثل أسخن المناطق

* سبق لك أن علمت أنه عند إثارة إلكترونات تكافؤ ذرات العناصر بالتسخين أو التفريغ الكهربى، فإنها تنتقل – مؤقتًا – إلى مستويات طاقة أعلى ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلى بفقد كم الطاقة الذى اكتسبته أثناء إثارتها على هيئة إشعاع ذو لون مميز لكل عنصر.
* وهذا ما يحدث عند الكشف الجاف (كشف اللهب) عن عناصر الأقلاء فى مركباتها، والذى يتم كالتالى :
  - يُغمس طرف سلك من البلاتين فى حمض الهيدروكلوريك المركز لتنظيفه.
  - يُغمس طرف السلك فى الملح المجهول، ثم يُعرض للمنطقة غير المضيئة من لهب بنزن، فيكتسب اللهب اللون المميز لكاتيون العنصر.

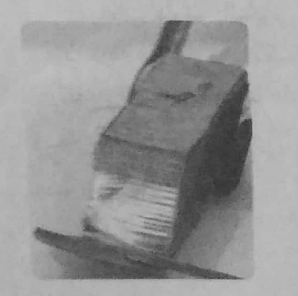
العنصر	الليثيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	السيزيوم
الكاتيون	Li^+	Na^+	K^+	Cs^+
اللون	قرمزى	أصفر ذهبى	بنفسجى فاتح	أزرق بنفسجى

٤ تأثير الهواء الجوى على عناصر الأقلاء

* نظرًا لنشاط عناصر الأقلاء، فإنها تصدأ سريعًا وتفقد بريقها الفلزى اللامع عند تعرضها للهواء نتيجة تكوُّن طبقة من الأكسيد عليها.
* يتحد الليثيوم مع نيتروچين الهواء الجوى بالتسخين مكونًا نيتريد الليثيوم الذى يتفاعل مع الماء مكونًا غاز النشادر.

$$6Li_{(s)} + N_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Li_3N_{(s)}$$
نيتريد الليثيوم

$$Li_3N_{(s)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow 3LiOH_{(aq)} + NH_{3(g)}$$
نيتريد الليثيوم — غاز النشادر

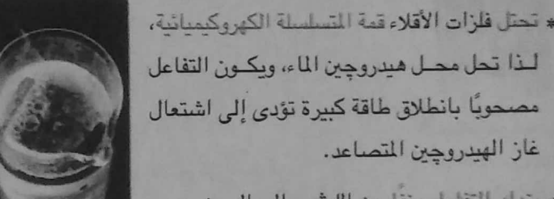

يصدأ السطح الخارجى للصوديوم عند تعرضه للهواء

تطبيق تُحفظ فلزات الأقلاء مغمورة فى الهيدروكربونات السائلة مثل الكيروسين.

لمنع تفاعلها مع الهواء الرطب نظرًا لنشاطها الكيميائى الكبير.

٥ تفاعل فلزات الأقلاء مع الماء

* تحتل فلزات الأقلاء قمة المتسلسلة الكهروكيميائية، لذا تحل محل هيدروجين الماء، ويكون التفاعل مصحوبًا بانطلاق طاقة كبيرة تؤدى إلى اشتعال غاز الهيدروجين المتصاعد.






الليثيوم مع الماء — الصوديوم مع الماء — البوتاسيوم مع الماء

* يزداد التفاعل عنفًا من الليثيوم إلى السيزيوم.
* مثال : تفاعل الصوديوم مع الماء.

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

صوديوم — ماء — هيدروكسيد الصوديوم — هيدروجين

تطبيق لا تطفأ حرائق الصوديوم بالماء.

لأن الصوديوم يتفاعل بشدة مع الماء، فى تفاعل طارد للحرارة، مما يؤدى إلى اشتعال غاز الهيدروجين المتصاعد.

٦ تفاعل فلزات الأقلاء مع الأكسجين

* يتضح تدرج نشاط عناصر المجموعة (1A) عند تفاعلها مع الأكسجين، فعند حرق هذه الفلزات فى جو من الأكسجين، تتكون ثلاثة أنواع من الأكاسيد، هى :

الأكسيد العادى	فوق الأكسيد	سوبر الأكسيد
يعطى عنصر الليثيوم عند حرقه فى جو من الأكسجين أكسيد الليثيوم «أكسيد عادى»	يعطى عنصر الصوديوم عند حرقه فى جو من الأكسجين فوق أكسيد الصوديوم	تعطى عناصر البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم عند حرقها فى جو من الأكسجين سوبر الأكسيد
$4Li_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{180^\circ C} 2Li_2O_{(s)}$ أكسيد الليثيوم	$2Na_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{300^\circ C} Na_2O_{2(s)}$ فوق أكسيد الصوديوم	$K_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{300^\circ C} KO_{2(s)}$ سوبر أكسيد البوتاسيوم
عدد تأكسد الأكسجين فيه		
(−2)	(−1)	$(-\frac{1}{2})$

* تعمل مركبات فوق الأكسيد وسوبر الأكسيد، كعوامل مؤكسدة قوية.

لأن مركبات فوق الأكسيد تتفاعل مع كلًا من الماء والأحماض وتعطى فوق أكسيد الهيدروجين،

$$Na_2O_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_2O_{2(l)}$$

$$Na_2O_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{2(l)}$$

بينما مركبات سوبر الأكسيد تتفاعل مع كلًا من الماء والأحماض معطية فوق أكسيد الهيدروجين وغاز الأكسجين.

$$2KO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2KOH_{(aq)} + H_2O_{2(l)} + O_{2(g)}$$

$$2KO_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2KCl_{(aq)} + H_2O_{2(l)} + O_{2(g)}$$

* يتفاعل سوبر أكسيد البوتاسيوم مع غاز ثانى أكسيد الكربون معطيًا غاز الأكسجين.

$$4KO_{2(s)} + 2CO_{2(g)} \xrightarrow[cat]{CuCl_2} 2K_2CO_{3(s)} + 3O_{2(g)}$$

ويستفاد من هذا التفاعل فى تنقية الأجواء المغلقة كالغواصات والطائرات التى تحلق على ارتفاعات عالية جدًا من غاز CO_2، وذلك عن طريق إمرار هواء الزفير المحتوى على نسبة مرتفعة من غاز ثانى أكسيد الكربون على مرشحات تحتوى على سوبر أكسيد البوتاسيوم والعامل الحفاز فينتج غاز الأكسجين.

* تحضير أكاسيد فلزات الأقلاء :

يمكن تحضيرها بإذابة الفلز فى النشادر المسال، ثم إضافة الكمية المحسوبة من الأكسجين.

* الأكسيد المثالى لعناصر الأقلاء :
  - صيغته الكيميائية M_2O

  حيث يشير الحرف M إلى رمز الفلز : $4M + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2M_2O$
  - أكسيد قاعدى قوى يتفاعل مع الماء منتجًا أقوى القلويات المعروفة عدا «Li_2O».

٧ تفاعل فلزات الأقلاء مع الهيدروجين

* تتفاعل فلزات الأقلاء مع الهيدروجين مكونة مركبات الهيدريدات الأيونية، التى يكون عدد تأكسد الهيدروجين فيها (−1)

$$2Li_{(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2LiH_{(s)}$$

هيدريد الليثيوم

$$2Na_{(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2NaH_{(s)}$$

هيدريد الصوديوم

* تعمل مركبات الهيدريدات كعوامل مختزلة، **لأنها** تتفاعل مع الماء ويتصاعد غاز الهيدروجين.

$$LiH_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow LiOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

٨ تفاعل فلزات الأقلاء مع الأحماض

* تحل فلزات الأقلاء محل هيدروچين الأحماض، ويكون التفاعل عنيفًا :

$$2Na_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_{2(g)}$$

٩ تفاعل فلزات الأقلاء مع اللافلزات

(١) تتفاعل فلزات الأقلاء مع الهالوچينات بعنف، مكونة مركبات الهاليدات الأيونية شديدة الثبات، ويكون التفاعل مصحوبًا بانفجار.	$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$ (كلوريد الصوديوم) $2K_{(s)} + Br_{2(l)} \longrightarrow 2KBr_{(s)}$ (بروميد البوتاسيوم)
(٢) تتفاعل فلزات الأقلاء الساخنة مباشرةً مع الكبريت والفوسفور.	$2Na_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2S_{(s)}$ (كبريتيد الصوديوم) $3K_{(s)} + P_{(s)} \xrightarrow{\Delta} K_3P_{(s)}$ (فوسفيد البوتاسيوم)

معلومة متضمنة

جميع أملاح الأقلاء تذوب فى الماء.

١٠ أثر الحرارة على معظم أملاح الأقلاء الأكسچينية

* تمتاز معظم الأملاح الأكسچينية للأقلاء بثباتها الحرارى، ويتضح هذا فى :

- عدم انحلال كربونات الأقلاء بالحرارة (تنصهر ولا تنحل)، عدا كربونات الليثيوم التى تنحل عند 1000°C

$$\underset{\text{كربونات الليثيوم}}{Li_2CO_{3(s)}} \xrightarrow{1000^\circ C} Li_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$$

- الانحلال الجزئى لنترات الأقلاء بالحرارة إلى نيتريت الفلز وأكسچين.

$$\underset{\text{نترات الصوديوم}}{2NaNO_{3(s)}} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{نيتريت الصوديوم}}{2NaNO_{2(s)}} + O_{2(g)}$$

تطبيق **تستخدم مادة نترات البوتاسيوم (ملح البارود) فى صناعة البارود.**

لأنها تنحل بالحرارة انحلالًا جزئيًا، ويكون التفاعل مصحوبًا بانفجار شديد.

$$2KNO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2KNO_{2(s)} + O_{2(g)}$$

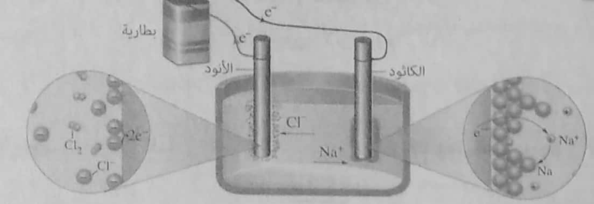
ملحوظة

لا تستخدم مادة نترات الصوديوم فى صناعة البارود، **لأنها** مادة متميعة أى تمتص بخار الماء من الهواء الجوى.

استخلاص فلزات الأقلاء من خاماتها

* لا توجد فلزات الأقلاء فى الطبيعة على حالة انفراد، وإنما على هيئة مركبات أيونية، لقدرتها على فقد إلكترون تكافؤها بسهولة.
* الطريقة المتبعة فى استخلاص هذه الفلزات، هى التحليل الكهربى لمصهورات هاليداتها.

تطبيق **استخلاص فلز الصوديوم من خاماته.**



* بالتحليل الكهربى لمصهور كلوريد الصوديوم فى وجود بعض المواد الصهارة التى تعمل على خفض درجة انصهار المركب، يتم تفاعلى الأكسدة والاختزال التاليين عند كلًا من المصعد والمهبط :

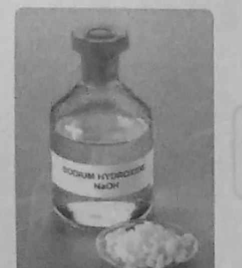
- عند المصعد (الأنود) : $2Cl^-_{(l)} \xrightarrow{\text{أكسدة}} Cl_{2(g)} + 2e^-$
- عند المهبط (الكاثود) : $2Na^+_{(l)} + 2e^- \xrightarrow{\text{اختزال}} 2Na_{(s)}$

مركبات فلزات الأقلاء

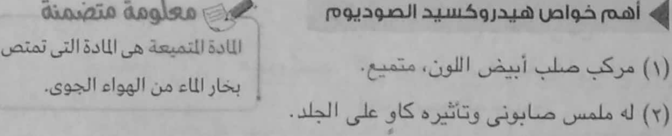
* من أشهر مركبات الصوديوم التى سنكتفى بدراستها فى هذا الدرس :

١ هيدروكسيد الصوديوم NaOH ٢ كربونات الصوديوم Na_2CO_3

١ مركب هيدروكسيد الصوديوم NaOH



يذوب هيدروكسيد الصوديوم بسهولة فى الماء مكونًا محلول قلوى



أهم خواص هيدروكسيد الصوديوم

(١) مركب صلب أبيض اللون، متميع.

(٢) له ملمس صابونى وتأثيره كاو على الجلد.

(٣) يذوب بسهولة فى الماء مكونًا محلولًا قلويًا مصحوبًا بانطلاق طاقة حرارية أى أن الذوبان يكون طاردًا للحرارة.

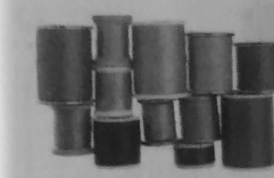
(٤) يتفاعل مع الأحماض مكونًا ملح صوديومى للحمض وماء.

$$\underset{\text{هيدروكسيد صوديوم}}{NaOH_{(aq)}} + \underset{\text{حمض هيدروكلوريك}}{HCl_{(aq)}} \longrightarrow \underset{\text{كلوريد صوديوم}}{NaCl_{(aq)}} + \underset{\text{ماء}}{H_2O_{(l)}}$$

$$\underset{\text{هيدروكسيد صوديوم}}{2NaOH_{(aq)}} + \underset{\text{حمض كبريتيك}}{H_2SO_{4(aq)}} \longrightarrow \underset{\text{كبريتات صوديوم}}{Na_2SO_{4(aq)}} + \underset{\text{ماء}}{2H_2O_{(l)}}$$

أهم استخدامات هيدروكسيد الصوديوم

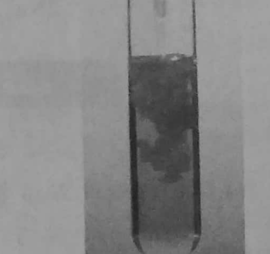
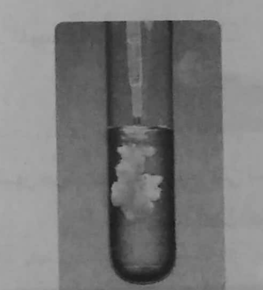
(١) يدخل فى الكثير من الصناعات الهامة، مثل :
- صناعة الصابون.
- صناعة الورق.
- صناعة الحرير الصناعى.

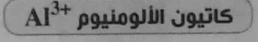

خيوط الحرير الصناعى (الريون)

(٢) يستخدم فى تنقية البترول من الشوائب الحامضية.

(٣) يستخدم فى الكشف عن بعض الشقوق القاعدية (الكاتيونات)، مثل :
- كاتيون النحاس Cu^{2+}
- كاتيون الألومنيوم Al^{3+}

* ويتم الكشف عن كل من كاتيون النحاس Cu^{2+} وكاتيون الألومنيوم Al^{3+} ، كالتالى :

كاتيون النحاس Cu^{2+}	كاتيون الألومنيوم Al^{3+}
الكشف	
بإضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى أحد محاليل الكاتيون	
مثل كبريتات النحاس II $(CuSO_4)$	مثل كلوريد الألومنيوم $(AlCl_3)$
المشاهدة	
 راسب أزرق من هيدروكسيد النحاس II	 راسب أبيض چيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم
يتكون راسب أزرق من هيدروكسيد النحاس II، يسود بالتسخين، **لتكون** أكسيد النحاس II	يتكون راسب أبيض چيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب (يختفى) فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم، **لتكون** ميتا ألومينات الصوديوم التى تذوب فى الماء
$CuSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$ (راسب أزرق)	$AlCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$ (راسب أبيض چيلاتينى)
$Cu(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} H_2O_{(l)} + CuO_{(s)}$ (راسب أسود)	$Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + NaAlO_{2(aq)}$ (ميتا ألومينات الصوديوم)



٢ مركب كربونات الصوديوم Na_2CO_3

أهم خواص كربونات الصوديوم

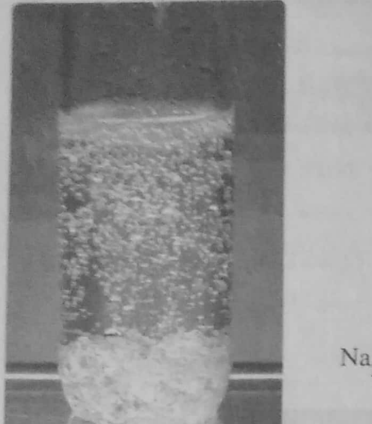
(١) مسحوق صلب أبيض اللون.

(٢) يذوب بسهولة فى الماء مكونًا محلولًا قاعديًا.

(٣) مركب ثابت حراريًا، حيث ينصهر بالحرارة دون انحلال.

(٤) يتفاعل مع الأحماض مكونًا ملح صوديومى للحمض وماء ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون.

$$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$


عند تفاعل ملح كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك يتصاعد غاز CO_2 على هيئة فقاعات

أهم استخدامات كربونات الصوديوم

(١) تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة، مثل :
- صناعة الزجاج.
- صناعة الورق.
- صناعة النسيج.

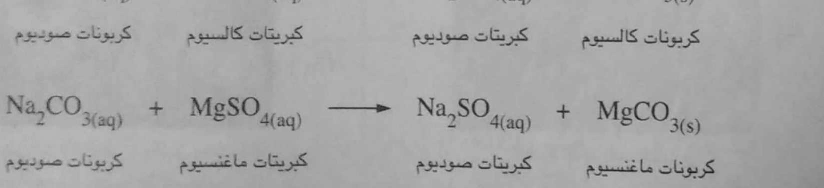
(٢) تستخدم فى إزالة عسر الماء المستديم.

تحضير كربونات الصوديوم فى المعمل

* يمرر غاز ثانى أكسيد الكربون فى محلول هيدروكسيد الصوديوم الساخن، ثم يترك المحلول ليبرد، فتنفصل منه بلورات كربونات الصوديوم المائية.

$$2NaOH_{(aq)} + CO_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

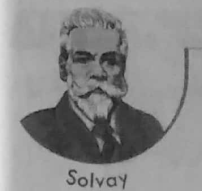
* تُعرف كربونات الصوديوم المائية «كربونات الصوديوم المتهدرت $Na_2CO_3.10H_2O$» باسم صودا الغسيل، **وهى** تستخدم فى إزالة عسر الماء المستديم الناشئ عن وجود أملاح Ca^{2+} ، Mg^{2+} ذائبة فى الماء، حيث تتفاعل معهما مكونة أملاح كربونات الكالسيوم والماغنسيوم التى لا تذوب فى الماء (تترسب)، فيزول العسر.



$$Na_2CO_{3(aq)} + CaSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + CaCO_{3(s)}$$
كربونات صوديوم — كبريتات كالسيوم — كبريتات صوديوم — كربونات كالسيوم

$$Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$$
كربونات صوديوم — كبريتات ماغنسيوم — كبريتات صوديوم — كربونات ماغنسيوم

تحضير كربونات الصوديوم فى الصناعة (طريقة سولڤاى)



* استحدث العالم سولڤاى طريقة لتحضير كربونات الصوديوم من ملح الطعام بإمرار غازى النشادر (الأمونيا) وثانى أكسيد الكربون فى محلول مركز من كلوريد الصوديوم، فتتكون بيكربونات الصوديوم.

$$NH_{3(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow NaHCO_{3(aq)} + NH_4Cl_{(aq)}$$

بيكربونات صوديوم

* تنحل بيكربونات الصوديوم بالتسخين إلى كربونات صوديوم وبخار ماء وغاز ثانى أكسيد كربون.

$$2NaHCO_{3(aq)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(v)} + CO_{2(g)}$$

بيكربونات صوديوم — كربونات صوديوم

الدور الكيميائى الحيوى لبعض الأيونات

أيونات الصوديوم

* من أكثر الأيونات وجودًا فى :
  - بلازما الدم.
  - المحاليل المحيطة بخلايا الجسم.

أيونات البوتاسيوم

* من أكثر الأيونات وجودًا فى الخلية الحية.

الدور الحيوى لها

أيونات الصوديوم:

* تلعب دورًا هامًا فى العمليات الحيوية، **لأنها** تكون الوسط اللازم لنقل المواد الغذائية كالجلوكوز والأحماض الأمينية.

أيونات البوتاسيوم:

* تلعب دورًا هامًا فى :
  - تخليق البروتينات التى تحكم التفاعلات الكيميائية فى الخلية.
  - أكسدة الجلوكوز فى الخلايا الحية. لإنتاج الطاقة اللازمة لنشاطها.

مصادرها الطبيعية

أيونات الصوديوم:

* الخضروات وخاصةً الكرفس.
* اللبن.
* منتجات الألبان.



الخضروات (كالكرفس) واللبن ومنتجاته من المصادر الطبيعية للصوديوم

أيونات البوتاسيوم:

* اللحوم.
* اللبن.
* البيض.
* الخضروات.
* الحبوب.

أغذية غنية بالبوتاسيوم

أسئلة؟ الباب 4 — الدرس الأول

Ready — أسئلة تمهيدية تقيس مستوى التذكر فقط

أجب بنفسك

١ اكتب المصطلح العلمى الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) مجموعة العناصر التى ينتهى تركيبها الإلكترونى بالمستوى الفرعى ns^1

(٢) ظاهرة تحرر الإلكترونات من أسطح بعض فلزات الأقلاء عند سقوط الضوء عليها.

(٣) مواد مؤكسدة تتفاعل مع الأحماض مكونة فوق أكسيد الهيدروجين.

(٤) مركبات أيونية، عدد تأكسد الهيدروجين فيها (-1).

٢ ما اسم كل مما يأتى :

(١) العنصر الذى تعطى أيوناته لونًا قرمزيًا فى تجربة الكشف الجاف.

(٢) الغاز الناتج من تفاعل الصوديوم مع الماء.

(٣) الغاز الناتج من الانحلال الحرارى لكربونات الليثيوم.

(٤) مادة متميعة لها ملمس صابونى، تتفاعل مع الأحماض مكونة ملح صوديومى للحمض وماء.

(٥) الغاز الناتج من تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك.

(٦) أكثر الأيونات وجودًا فى بلازما الدم والمحاليل المحيطة بخلايا الجسم.

٣ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

(١) عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى فى مركباتها ....

ⓐ -1 ⓑ -2 ⓒ $+1$ ⓓ $+2$

(٢) يحفظ فلز الصوديوم تحت سطح ....

Ⓐ حمض الكبريتيك. Ⓑ محلول هيدروكسيد الصوديوم.

Ⓒ الماء. Ⓓ الهيدروكربونات السائلة.

(٣) عند حرق الصوديوم فى الأكسجين يتكون أكسيد يحتوى على أيون ....

ⓐ O^{2-} ⓑ O^{+} ⓒ O_2^{-} ⓓ O_2^{2-}

(٤) الأكسيد المثالى لأحد عناصر الأقلاء (M) هو ....

ⓐ M_2O_2 ⓑ MO ⓒ M_2O ⓓ M_2O_3

(٥) تنصهر جميع كربونات الأقلاء بالتسخين الشديد دون أن تنحل، عدا كربونات ....

(أ) الليثيوم. (ب) الصوديوم. (ج) البوتاسيوم. (د) السيزيوم.

(٦) عند تسخين نترات الصوديوم يتصاعد غاز ....

(a) NO (b) NO_2 (c) N_2O (d) O_2

(٧) يستخلص فلز الصوديوم فى الصناعة بالتحليل الكهربى لـ ....

(أ) محلول كلوريد الصوديوم. (ب) مصهور كلوريد الصوديوم.

(ج) محلول الصودا الكاوية. (د) مصهور البوتاسا الكاوية.

(٨) عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كبريتات النحاس (II)، ثم تسخين الناتج يتكون راسب ....

(أ) أصفر. (ب) أسود. (ج) أخضر. (د) بنى محمر.

(٩) يعرف ملح كربونات الصوديوم المتهدرت باسم ....

(أ) الجير الحى. (ب) صودا الغسيل. (ج) الصودا الكاوية. (د) ماء الجير.

(١٠) تستخدم كربونات الصوديوم فى إزالة عسر الماء المستديم الناتج عن وجود أيون ....

(a) SO_4^{2-} (b) CO_3^{2-} (c) K^+ (d) Mg^{2+}

(١١) يتم تحضير صودا الغسيل فى الصناعة بطريقة ....

(أ) جيجر و ماريسدن. (ب) كوسل و لويس. (ج) سولفاى. (د) هابر – بوش.

(١٢) أكثر الأيونات وجودًا فى الخلية الحية، هى أيونات ....

(a) Ca^{2+} (b) K^+ (c) Li^+ (d) Mg^{2+}

٤ علل لما يأتى :

(١) تتميز فلزات الأقلاء بنشاطها الكيميائى.

(٢) جهد التأين الثانى لعناصر الأقلاء كبير جدًا.

(٣) تتميز فلزات المجموعة الأولى بضعف روابطها الفلزية.

(٤) يدخل السيزيوم فى تركيب الخلايا الكهروضوئية.

(٥) يحفظ الصوديوم تحت سطح الكيروسين.

(٦) لا تطفأ حرائق الصوديوم بالماء.

(٧) يستخدم سوبر أكسيد البوتاسيوم فى تنقية جو الغواصات.

(٨) لا تستخدم مادة نترات الصوديوم فى صناعة البارود.

(٩) تُستخدم صودا الغسيل فى إزالة عسر الماء المستديم.

(١٠) تلعب أيونات الصوديوم دورًا هامًا فى العمليات الحيوية.

Steady

أسئلــــة Open book

مجاب عنها

أسئلة الاختيار من متعدد

١ الصيغة الجزيئية للكارناليت هى ....

(a) $ClH_{12}KMgO$ (b) $Cl_3H_{12}KMgO_6$

(c) Cl_3H_2KMgO (d) $KClMgCl.6H_2O$

٢ أيًا مما يلى يمثل بللورة ملح صخرى ؟ ....

(a) (b) (c) (d)

٣ أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن تخليق عنصر الفرانسيوم من عنصر الأكتينيوم ؟ ....

(a) (b) (c) (d)

٤ كل مما يأتى يعبر عن التوزيع الإلكترونى لعنصر من عناصر الأقلاء، عدا ....

(a) 2 , 1 (b) $[Ne] , 4s^1$

(c) $[Ar] , 4s^2 , 3d^{10} , 4p^6 , 5s^1$ (d) $[Xe] , 6s^1$

٥ الفلز النشط كيميائيًا ....

(أ) يفقد إلكترونات تكافؤه بسهولة. (ب) يُكوّن مركبات غير ثابتة.

(ج) يحترق فى الهواء بسهولة مكونًا أكسيد حامضى. (د) يُكوّن أكسيد يسهل اختزاله بالكربون.

٦ تتميز فلزات الأقلاء بكبر ....

(أ) كثافتها. (ب) جهد تأينها.

(ج) أنصاف أقطار ذراتها. (د) سالبيتها الكهربية.

٧ أيًا من العبارات الآتية تعتبر خطأ ؟ ....

(أ) تتشابه فلزات الأقلاء فى سالبيتها الكهربية.

(ب) تختلف خواص الليثيوم عن بعض خواص الماغنسيوم.

(ج) تزداد الظاهرة الكهروضوئية لفلزات الأقلاء بزيادة عددها الذرى.

(د) فلزات الأقلاء عوامل مختزلة قوية جدًا.

٨ عند مقارنة خواص فلزات الأقلاء، يستنتج أن عنصر الفرانسيوم يكون ....

(أ) أخفها كتلة ذرية. (ب) أكبرها حجم ذرى. (ج) أقلها قدرة على التأين.
(د) تحرر الإلكترونات من على سطحه أصعب من تحررها من على سطح السيزيوم.

٩ ما التصنيف الصحيح لأكسيد السيزيوم ؟ ....

(أ) قاعدة قوية جدًا. (ب) قاعدة ضعيفة. (ج) أكسيد حامضى. (د) أكسيد متردد.

١٠ أيًا من هذه الهيدروكسيدات تعتبر أكثر قاعدية ؟ ....

(a) $NaOH$ (b) $LiOH$ (c) $RbOH$ (d) KOH

١١ يرجع تشابه الخواص الكيميائية لفلزات الأقلاء إلى ....

(أ) أن لها نفس التركيب الإلكترونى لأقرب غاز خامل إليها.
(ب) إلكترون غلاف التكافؤ فى كل منها له نفس أعداد الكم الأربعة.
(ج) إلكترون غلاف التكافؤ فى كل منها له نفس الطاقة.
(د) أن غلاف تكافؤها يحتوى على إلكترون واحد.

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

١٢ ليس من الطبيعى تواجد الصوديوم فى حالة التأكسد +2 ، بسبب ....

(أ) كبر جهد تأينه الأول. (ب) كبر جهد تأينه الثانى.
(ج) كبر نصف قطره الأيونى. (د) كبر سالبيته الكهربية.

١٣ أيًا من العناصر الآتية يكون فقد إلكترون تكافؤه هو الأسهل ؟ ....

(a) Li (b) Na (c) K (d) Cs

١٤ أيًا من كربونات الأقلاء الآتية تعتبر أقلها ثباتًا ؟ ....

(a) Li_2CO_3 (b) Na_2CO_3 (c) K_2CO_3 (d) Cs_2CO_3

١٥ الشكل المقابل يمثل الطيف الخطى المرئى لذرات أحد الفلزات، ما هذا الفلز ؟ ....

400 450 500 550 600 650 700 750 nm

(a) Li (b) Na (c) K (d) Cs

١٦ عند تفاعل الليثيوم مع نيتروجين الهواء الجوى وإضافة الماء إلى الناتج يتصاعد غاز ....

(أ) الأكسجين. (ب) الهيدروجين. (ج) أكسيد النيتريك. (د) النشادر.

١٧ كل من التفاعلات الآتية تحدث بعنف، عدا تفاعل ....

(أ) انحلال نترات البوتاسيوم. (ب) عناصر الأقلاء مع الهالوجينات.
(ج) عناصر الأقلاء مع الماء. (د) عناصر الأقلاء مع النيتروجين.

١٨ مركب RbO_2 يعتبر من مركبات ....

(أ) الأكاسيد العادية. (ب) فوق الأكسيد.
(ج) سوبر الأكسيد. (د) الأكاسيد الحامضية.

١٩ كل من المركبات الآتية تعتبر فوق أكسيد، عدا مركب ....

(a) Na_2O_2 (b) CrO_5 (c) Fe_2O_3 (d) BaO_2

٢٠ أيًا من هاليدات الصوديوم الآتية تكون درجة انصهارها هى الأكبر ؟ ....

(a) NaF (b) NaCl (c) NaBr (d) NaI

٢١ عند تفاعل كربونات الصوديوم مع المادة X الذائبة فى الماء يتصاعد غاز CO_2، ما نوع المادة X ؟

(أ) أكسيد قاعدى. (ب) أكسيد فلز. (ج) نشادر. (د) أكسيد لافلز.

٢٢ ماذا يحدث عند ترك عينة من قشور هيدروكسيد الصوديوم الصلبة معرضة للهواء لعدة ساعات ؟ ....

(أ) تكون راسب. (ب) تزداد صلابة القشور. (ج) يزداد وزنها. (د) يقل وزنها.

٢٣ عند إذابة كمية من قشور المادة (X) فى الماء وتسخين المحلول الناتج، ثم إمرار الغاز (Y) فيه تنفصل بللورات من (Z) ما الذى تعبر عنه الأحرف (X) ، (Y) ، (Z) ؟ ....

الاختيارات	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
(X)	$NaOH$	$NaOH$	Na_2CO_3	Na_2CO_3
(Y)	CO_2	NH_3	CO_2	NH_3
(Z)	صودا الغسيل	صودا الغسيل	كربونات الصوديوم	كربونات الصوديوم

٢٤ فى المول الواحد من صودا الغسيل تكون كتلة ماء التبلر .... كتلة Na_2CO_3

(أ) أقل من (ب) أكبر من
(ج) ضعف (د) نصف

$[Na_2CO_3 = 106\ g/mol\ ,\ H_2O = 18\ g/mol]$

٢٥ عسر الماء إما أن يكون مؤقتًا لوجود بيكربونات الكالسيوم فيه أو دائمًا لوجود أملاح Ca^{2+} ، Mg^{2+} فيه ولإزالة العسر يتم تحويل الأملاح الذائبة إلى صورة أخرى غير ذائبة، ما الطريقة المناسبة للتخلص من عسر الماء فى الحالتين ؟ ....

الاختيارات	العسر المؤقت	العسر المستديم
(أ)	إضافة كربونات الصوديوم	الترشيح
(ب)	الترشيح	إضافة كربونات الصوديوم
(ج)	التسخين	إضافة كربونات الصوديوم
(د)	التسخين	إضافة كربونات الكالسيوم

الأسئلة المشار إليها بهذه العلامة خاصة بالمتفوقين

٢٦ من التفاعلين المقابلين، كل مما يأتى صحيح، عدا ....

- $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
- $2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

(أ) كلاهما يمثل تفاعل تعادل. (ب) كلاهما يكون ملح صوديومى.
(ج) عدد أزواج الإلكترونات الحرة على ذرة S فى H_2SO_4 أكبر من عددها على ذرة Cl فى HCl
(د) كلاهما يعبر عنه بالمعادلة الأيونية : $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

٢٧ أيًا من المواد الآتية تستخدم فى تحضير كربونات الصوديوم بطريقة سولفاى ؟ ....

(a) NH_4Cl , $NaCl$, $Ca(OH)_2$, H_2O
(b) $NaCl$, NH_3 , $CaCO_3$, H_2O
(c) $CaCl_2$, $(NH_4)_2CO_3$, NH_3 , H_2O
(d) $NaCl$, $(NH_4)_2CO_3$, NH_3 , H_2O

٢٨ فى طريقة سولفاى يذاب غاز ....(1).... فى محلول مشبع من ....(2).... وعند إمرار غاز ....(3).... فى الخليط السابق يمكن الحصول على ....(4).... أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن طريقة سولفاى ؟ ....

الاختيارات	(1)	(2)	(3)	(4)
(a)	CO_2	NH_4Cl	NH_3	Na_2CO_3
(b)	CO_2	$NaCl$	NH_3	$NaHCO_3$
(c)	NH_3	NH_4Cl	CO_2	$NaHCO_3$
(d)	NH_3	$NaCl$	CO_2	Na_2CO_3

٢٩ تتفاعل محاليل الأملاح مع بعضها مكونة ملح يذوب فى الماء وآخر لا يذوب فيه، ما المتفاعلات والنواتج الصحيحة فى أحد تفاعلات محاليل الأملاح ؟ ....

الاختيارات	المتفاعلات	النواتج
(a)	$K_2CO_3 + MgSO_4$	$K_2SO_4 + MgCO_3$
(b)	$Na_2SO_4 + CaCO_3$	$Na_2CO_3 + CaSO_4$
(c)	$Na_2SO_4 + MgCO_3$	$Na_2CO_3 + MgSO_4$
(d)	$K_2SO_4 + MgCO_3$	$K_2CO_3 + MgSO_4$

٣٠ من التفاعلين التاليين غير الموزونين، ما نوع كل من (X) ، (Y) ؟ ....

• $NaOH_{(aq)} + X \longrightarrow Y + H_2O_{(l)}$

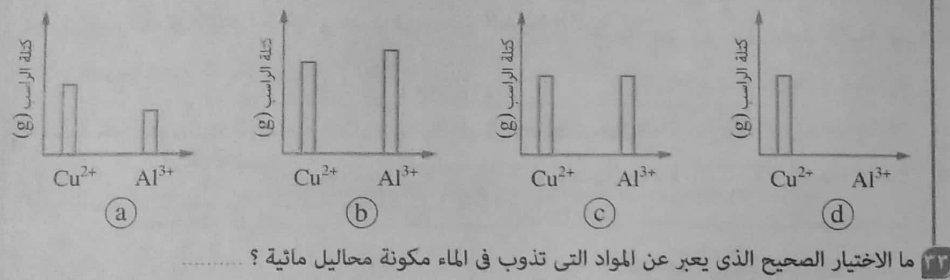
• $Na_2CO_{3(s)} + X \longrightarrow Y + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

الاختيارات	أ	ب	جـ	د
(X)	ملح	حمض	قاعدة	حمض
(Y)	حمض	ملح	ملح	قاعدة

٣١ كل من العبارات الآتية تعبر عن عمليات كيميائية صحيحة، عدا ....

(أ) يتفاعل البوتاسيوم بعنف مع الماء مكونًا محلول قلوى مع تصاعد فقاعات من غاز H_2
(ب) هيدروكسيدات فلزات الأقلاء تعتبر من القواعد القوية تامة التأين فى الماء.
(جـ) لا تحضر كربونات البوتاسيوم بطريقة سولفاى.
(د) كلوريد الليثيوم يذوب فى الكحول ولا يذوب فى الماء.

٣٢ أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن كتلة الرواسب المتكونة عند إضافة وفرة من محلول NaOH إلى محلولين مختلفين، يحتوى أحدهما على 1 g من أيونات Cu^{2+} والآخر على 1 g من أيونات Al^{3+} ؟ ....



٣٣ ما الاختيار الصحيح الذى يعبر عن المواد التى تذوب فى الماء مكونة محاليل مائية ؟ ....

(a) $Al(OH)_3$, $NaOH$
(b) $NaAlO_2$, $AlCl_3$
(c) $Cu(OH)_2$, $NaCl$
(d) $CaCO_3$, Na_2CO_3

٣٤ من الشكل المقابل، تقوم الخلايا (X) بنقل ....(١).... عن طريق ....(٢)....

الخلايا X

الاختيارات	أ	ب	جـ	د
(١)	K^+	البروتينات	K^+	سكر الجلوكوز
(٢)	سكر الجلوكوز	Na^+	البروتينات	Na^+

أسئلة مقالية

٣٥ أى هذه العناصر تُعتبر من العوامل المختزلة ؟ مع بيان السبب :

(البوتاسيوم / الفلور / السيزيوم / الأكسجين)

٣٦ ما التغير الحادث فى كتلة قطعة من الصوديوم عند تركها فى الهواء الجوى ؟ مع التفسير.

٣٧ اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة المعبرة عن اتحاد أيونات النحاس (II) مع أيونات الهيدروكسيد فى المحاليل المائية.

٣٨ كيف تميز عمليًا بين كل من :

(١) ملح كلوريد الليثيوم و ملح كلوريد البوتاسيوم.
(٢) نيتريد الليثيوم و هيدريد الليثيوم، باستخدام الماء.

٣٩ يتفاعل العنصر (A) مع الماء البارد مكونًا محلول قلوى (B) بالإضافة للغاز (C) القابل للاشتعال، وعند تفاعل العنصر (A) مع غاز الكلور تتكون مادة صلبة بيضاء (D)، تعطى عند الكشف الجاف عنها لونًا أصفر ذهبى :

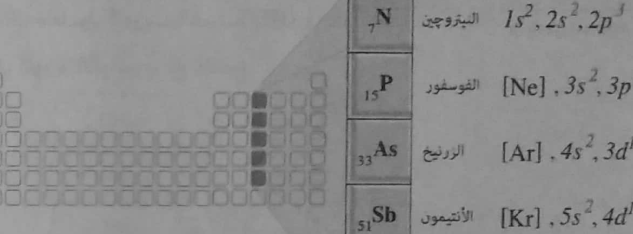
(١) اكتب المعادلات الرمزية التى توضح تفاعل (A) مع :
١- الماء لتكوين (B) ، (C).
٢- الكلور لتكوين (D).

(٢) كيف يُستدل على الغاز (C) ؟

عناصر المجموعة 5A (15)

* تتكون المجموعة 5A من خمسة عناصر، هى :

التوزيع الإلكترونى		الرمز و العدد الذرى
$1s^2, 2s^2, 2p^3$	النيتروجين	$_7N$
$[Ne], 3s^2, 3p^3$	الفوسفور	$_{15}P$
$[Ar], 4s^2, 3d^{10}, 4p^3$	الزرنيخ	$_{33}As$
$[Kr], 5s^2, 4d^{10}, 5p^3$	الأنتيمون	$_{51}Sb$
$[Xe], 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^3$	البزموت	$_{83}Bi$



موقع المجموعة (5A) فى الجدول الدورى

وجود عناصر المجموعة 5A فى الطبيعة

* لا تعتبر عناصر هذه المجموعة منتشرة فى الطبيعة باستثناء النيتروجين الذى يمثل $\frac{4}{5}$ حجم الهواء الجوى تقريبًا، والجدول التالى يوضح الهيئة التى توجد عليها هذه العناصر فى الطبيعة :

العنصر	الهيئة التى يوجد عليها فى الطبيعة
الفوسفور «أكثر عناصر المجموعة (5A) انتشارًا فى القشرة الأرضية»	فوسفات الكالسيوم الصخرى $Ca_3(PO_4)_2$
	الأباتيت $CaF_2.Ca_3(PO_4)_2$ «ملح مزدوج لفلوريد وفوسفات الكالسيوم»
الزرنيخ	كبريتيد الزرنيخ As_2S_3
الأنتيمون	كبريتيد الأنتيمون Sb_2S_3
البزموت	كبريتيد البزموت Bi_2S_3

الأباتيت



بللورات كبريتيد الأنتيمون الزرقاء

الخواص العامة لعناصر المجموعة 5A

1. تدرج الصفة الفلزية و اللافلزية
2. اختلاف عدد ذرات جزىء كل عنصر
3. تعدد حالات التأكسد
4. تعدد الصور التآصلية
5. حامضية الأكاسيد
6. قاعدية الهيدريدات

١ تدرج الصفة الفلزية و اللافلزية لعناصر المجموعة 5A

* تزداد الصفة الفلزية لعناصر هذه المجموعة بزيادة أعدادها الذرية.
* يغلب الطابع اللافلزى على عناصر هذه المجموعة، وحتى عنصر البزموت – الفلزى – فإن قدرته على التوصيل الكهربى ضعيفة.

٢ اختلاف عدد ذرات جزيئات عناصر المجموعة 5A

* يختلف عدد ذرات جزىء كل عنصر من عناصر هذه المجموعة، كالتالى :

العنصر	عدد الذرات المكونة للجزىء	رمز الجزىء
النيتروجين	يتكون الجزىء من ذرتين	N_2
الفوسفور	تتكون أبخرتها عند درجة حرارة عالية من جزيئات رباعية الذرة	P_4
الزرنيخ		As_4
الأنتيمون		Sb_4
البزموت	تتكون أبخرته عند درجة حرارة عالية من جزيئات ثنائية الذرة	Bi_2

ملحوظة

يشذ البزموت عن الفلزات، رغم انتسابه لها، لأن توصيله للكهرباء ضعيف، كما أنه فى درجات الحرارة المرتفعة تتكون أبخرته من جزيئات ثنائية الذرة على عكس معظم الفلزات التى تتكون أبخرتها من جزيئات أحادية الذرة